Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Meissner, Paul Traugott,

Neues System der Chemie zum Leitfaden eines geregelten Studiums dieser Wissenschaft bearbeitet

Bd.: 1.

Wien 1835

Augsburg, Staats- und Stadtbibliothek -- Phys 847 -1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11274850-5

Phys 847

Reichenbach

Neues
System der Chemie.

Von

P. T. Meissner.

Erster Band.

Neues
System der Chemie.

Zum Leitfaden
eines
geregelten Studiums dieser Wissenschaft

bearbeitet
von

P. T. Meissner
ordentl. öffentl. Professor der Chemie am k. k. polytechnischen Institute in Wien und mehrerer gelehrten Gesellschaften Mitgliede.

Erster Band.
System der Chemie.
Chemie der nicht metallischen Stoffe.

Wien,
in der Buchhandlung der Witwe des seligen Ritters J. G. von Mösle am Graben Nr. 1144.

1835.

In's Inn're der Natur
Dringt kein erschaff'ner Geist,
Wohl ihm wenn sie ihm nur
Die äuss're Schale weis't. —
v. *Haller.*

Doch wer die Forschung flieht
Und wem's an Muth gebricht
Das Licht zu seh'n, der sieht —
Wohl auch die Schale nicht. —

STADTBIBLIOTHEK AUGSBURG

Vorbericht.

Seit mehr als 35 Jahren durch eigenen Antrieb, und seit nahe 20 Jahren auch durch mein Amt, zum Lehrer einer Wissenschaft berufen, die ich keinesweges um Brot zu verdienen — das wohl reichlicher auf andern Wegen zu erwerben gewesen wäre — sondern lediglich, als Mittel zu einem höheren Zwecke *), schon im Jünglingsalter mit inniger Liebe umfangen hatte, musste sich mir wohl sehr oft die Frage darbiethen: auf welche Weise es möglich seyn werde, die Ursachen aus dem Wege zu räumen, um derentwillen das Studium der Chemie ziemlich allgemein als höchst schwierig ausgerufen ist.

Eine weitere Forschung führte auch bald zur Ueberzeugung, es müsse, wenn man jenen allerdings nicht ungegründeten Klagen mit Erfolg begegnen wolle, zunächst dafür gesorgt werden: dass *erstens* alle Zweige der chemischen Wissenschaft in folgerechten Zusammenhang geordnet; dass *zweytens* beym Studium wie beym Unterricht die Anticipation solcher Begriffe, die erst durch nachfolgende Sätze klar und deutlich werden können, auf das strengste vermieden; und dass endlich *drittens* jene unheilvollen Nebel zerris-

*) *P. T. Meissner's* System der Heilkunde. Wien bey Gerold 1832.

sen und in ihrer Nichtigkeit erkannt würden: die schwer auf allen Naturwissenschaften lagern, seitdem es einer gewissen Schule der neueren Naturphilosophie gelungen ist, auch in der theoretischen Chemie, an die Stelle scharf bestimmter unzweydeutiger Begriffe, gespenstige Ideen zu substituiren; die in jedem andern Kopfe einer andern Deutung fähig sind, und eben darum nach Babel führen müssen.

Mit dieser Ueberzeugung ergab sich aber unwillkürlich auch noch eine zweyte, die nähmlich: dass das in unserer Zeit herrschend gewordene System der Chemie in mehreren seiner Zweige der gedachten Berichtigung gänzlich unfähig sey, und ich kann es nicht läugnen: dass sich mir die höchst unvollständige Wärmelehre, die unendlich zweydeutige Lehre über Magnetismus, Elektricität und Licht, und endlich die, alle Ordnung der übrigen Theile der Wissenschaft störende, chloristische Theorie, ganz vorzüglich als Zweige solcher Art manifestirten. —

Wer unter solchen Umständen die vorhin erwähnte Berichtigung versuchen wollte, der musste also ohne Zweifel die herrschende Schule in ihren Grundfesten angreifen, und er musste mithin auch gefasst seyn auf alle Folgen einer solchen Vermessenheit; diess war mir durchaus kein Geheimniss. — Allein von einem unwiderstehlichen Drange getrieben — der Himmel sey mein Zeuge nicht aus Eitelkeit — wagte ich dennoch den bedenklichen Schritt: wähnend, es werde möglich seyn, das Unwetter, welches sich bis auf unsere Zeit noch über dem Haupte jedes Neuerers zu-

sammengezogen hat, zu beschwören: wenn die neuen Ansichten im Wege der Induction und Deduction ans Licht gezogen würden, und dabey insbesondere nachgewiesen wäre, wie sie sich durch das ganze Gebieth der Chemie consequent durchführen liessen. —

In dieser Absicht unternahm ich die unendlich mühevolle Bearbeitung eines grössern chemischen Werkes *); in welchem die Application jener Ansichten bis ins Detail aller Zweige der Wissenschaft verfolgt wurde: damit sie klar lägen vor jedermanns Augen, damit sie also ohne Mühe erkannt und geprüft werden könnten, damit man endlich als Resultat dieser Prüfung erfahren möge, welche derselben als brauchbar sich bewährten, und welche, zu keinem Dinge nütze, im bodenlosen Abgrunde ewiger Vergessenheit untergehn müssten u. s. w. u. s. w.

In allen diesen Voraussetzungen hatte ich jedoch gross geirrt, und es war mir keineswegs gelungen der Aufregung der Leidenschaften zu entgehen; denn kaum dass mein Beginnen ruchbar werden konnte, als auch schon, auf einer Seite, schwarze gewitterschwangere Wolken meinen Horizont so ganz und gar umzogen: dass ich nur unter ihrem drohenden Bilde, jeden Augenblick eines neuen Blitzes gewärtig, die jahrelange schwere Arbeit vollenden musste. Ach! ich habe grosse Unbilden erduldet — ich erdulde sie noch. — Von der andern Seite blieb auch die Hoff-

*) *P. T. Meissner's* Anfangsgründe des chemischen Theils der Naturwissenschaft. 5 Bände in 10 Abtheilungen. Wien bey Gerold 1819 bis 1833.

nung unerfüllt, meine Ansichten und Arbeiten geprüft, beurtheilt und bestätiget oder widerlegt zu sehen. Auch nicht eine einzige *gründliche* Recension kam zu Tage *), und auch nicht in einem einzigen unter den zahllosen in der Zwischenzeit erschienenen Lehrbüchern, auch nicht in jenen, die mit grosser Aengstlichkeit selbst die plumpesten Theorien zusammenraffen, um nur den Preis der Vollständigkeit zu gewinnen, kommt mein ehrlicher Nahme vor **), gerade als wenn er geächtet, verfehmt wäre. —

Mit weniger Muth und Gleichmuth ausgestattet, als mir verliehen ist, hätte ich unter solchen Umständen wohl sehr leicht physisch und moralisch untergehen können. Das habe ich indessen, erkräftiget durch ein gutes Bewusstseyn, nicht gethan. Ich stehe noch

*) Einige freundliche Anzeigen meiner Werke, die ich dankbar als solche erkenne, lassen sich nicht als Recensionen in Rechnung bringen. Noch viel weniger verdienen aber diesen Nahmen Aufsätze: in welchen man andere Leute aushunzt, weil sie die mittlere Oxydationsstufe des Kaliums *Kaliumoxyd* nennen, während man selbst die erste und die dritte mit *Kaliumsuboxyd* und *Kaliumhyperoxyd* bezeichnet; oder solche, in welchen es heisset: »*wenn man auch den Ansichten des Verfassers nicht beystimmt, so kann man doch nicht umhin*« u. s. w.; oder solche, in welchen ohne weiters dictatorisch declarirt wird: »*man kann nicht sagen, dass diess so oder so sey*« u. s. w. Das letztere insbesondere ist doch wahrlich keine Recension, es ist nur eine Unwahrheit; weil der gedruckte Beweis vorliegt, dass man wirklich so und so hat sagen können. —

**) Wenn Einige beym Branntwein in Gnaden meiner gedacht haben, so kann ich diess auf keine Weise in hohen Anschlag nehmen, weil ich mir besserer Leistungen bewusst bin.

aufrecht, und werde stehen, und will es Gott! noch recht fleissig seyn: denn fast scheint es, die gütige Vorsehung wolle mich, nach vielen Leiden, mit einem rüstigen Alter segnen. —

Bey dieser zähen Ausdauer ist es mir nun aber gelungen, auch einige erfreuliche Genugthuungen zu erleben. — Die neuesten Experimente und Erfahrungen berühmter Naturforscher, besonders zahlreich in den jüngst verflossenen zwey Jahren, haben mehrere meiner Ansichten bestätiget; viele derselben können nur nach diesen Ansichten erklärt werden, und fast alle seit dem Erscheinen meines grössern Werkes eroberten Erfahrungen sind eben so viele Belege für jene Ansichten: diese müssen also doch wohl nicht ganz und gar verwerflich seyn. — Viele junge Männer sind ferner im Verlaufe mehrerer Jahre als vorurtheilsfreye Denker aus meiner Schule gegangen, und bewegen sich ehrenvoll im bürgerlichen Leben des In- und Auslandes: was ich sie lehrte, muss also nicht unter aller Kritik schlecht, es muss auch nicht babylonisch undeutlich gewesen seyn; weil sie mich verstanden haben. — Es hat sich endlich in den letztvergangenen Jahren auch gezeigt, dass gefeyerte Chemiker in ihren Werken — freylich in anderm Gewande und ohne meinen Nahmen zu nennen *) — bald meine Ansichten einfliessen lassen, bald Theorien aufstellen, die

*) Diess schadet auch nichts, denn gewisse Vögel erkennt man, selbst wenn sie gerupft worden sind, schon an ihrem Schnabel. — Ich habe einen Pudel gekannt, den man transferirt und indigblau gefärbt hatte; er horchte aber dennoch auf, als ihn sein Herr beym Nahmen rief.

längst schon von mir im Drucke erschienen sind u. s. w. u. s. w.: diess ist doch wahrlich ein Beweis, dass sie mein Machwerk gelesen, und nicht wegen totaler Unbrauchbarkeit, sondern aus irgend einer andern Ursache, in ihren Werken nicht erwähnt haben. Diess gibt mir aber auch, wo nicht mehr, doch mindestens das volle Recht zu schliessen: *qui tacet consentire videtur.* —

Auf dieser breiten Basis halte ich mich daher auch für berechtiget, die betretene Bahn weiter zu verfolgen, und mache hiervon den ersten Gebrauch mit der Herausgabe des vorliegenden Werkes; welches, noch weit strenger als sein Vorgänger nach den bereits angezeigten Principien ausgeführt, meinen Zuhörern als Leitfaden eines consequenten Studiums dienen soll. — Auf derselben Basis gebe ich diesem Werke nunmehr auch seinen rechten Nahmen: *Neues System* u. s. w., den ich bey meinem grössern Handbuche verschwieg; weil ich bescheiden den Erfolg abwarten und zugleich die Aufregung der Leidenschaften vermeiden wollte. —

Man hat mich allein gelassen — nun so gehe ich denn allein; wer weiss, ob ich nicht einen Weg erstolpere, den ich in Gesellschaft nicht gefunden hätte.

Es sollte nun wohl herkömmlich hier auch eine genaue Rechenschaft über den Plan dieses Werkes gegeben, und jede seiner Eigenthümlichkeiten zweckdienlich motivirt werden; allein es ist bey einem Buche, welches so viel Neues enthält, und so sehr von

der üblichen Norm abweichet, wie dieses, kaum möglich, in einer Vorrede so vollständige Auskunft zu geben; dass sich daraus eine schlagfertige, und nicht nur auf unbedeutende Nebensachen beschränkte, Recension machen liesse: und so wird also Derjenige, welcher dennoch darüber abzusprechen geneigt wäre, freundlich gebethen, das Werk selbst zu lesen, und dort, wo es nöthig seyn dürfte, auch sogar zu studieren; hat doch auch der arme Autor selbst ganz entsetzlich viel studieren müssen, bis er das Ding zur Welt brachte *). — Möchte es nun auch in dem

*) Ueber zwey dieses Werk betreffende Umstände wird es gleichwohl noch nothwendig, hier einige Worte beyzufügen, nähmlich über den Durchmesser desselben, und über das darin häufig vorkommende Kalenderzeichen = ✱.

Das Volumen dieses Werkes wird keinesweges so klein, als vielleicht Mancher erwartet, und auch ich selbst gewünscht hätte. Allein wer in unserer Zeit noch meinet, man könne ein sehr kleines Lehrbuch der Chemie dem Zuhörer in die Hand geben, und ihn dennoch gründlich unterrichten, der irret gar sehr; denn es sind, bey den grossen Fortschritten der neueren Zeit, der gleich wichtigen Gegenstände so viele, dass selbst die sorgfältigste Auswahl und die strengste Kürze mit einem ziemlich dicken Buche resultiren muss, wenn der Schüler nicht ein ärmlicher Oberflächler werden soll. — Dass insbesondere das vorliegende Werk voluminöser ausgefallen ist, als es unter andern Umständen hätte werden können: diess hat seinen Grund meistens in den starken mit Notenschrift beygefügten Zusätzen, die in unserer Zeit nicht zu vermeiden waren; weil sie entweder die Theorie bisher unerklärter Phänomene liefern, oder die Theorie der jetzt herrschenden Schule andeuten, oder endlich die Widerlegung solcher verfehlter Theorien darbiethen: die von bedeutenden Autoritäten in alle Lehrbücher übergegangeu sind, und nicht nur die Hauptstützen des chemi-

Maasse nützlich seyn, als es mit Fleiss und Liebe bearbeitet worden ist! —

Wien, am 27. October 1834.

P. T. Meissner.

schen Lehrgebäudes zu untergraben drohen; sondern auch den Anfänger ohne Zweifel auf Abwege führen müssen, wenn er ihre Unzulänglichkeit nicht bereits erkannt hat. — Diese Noten sind es nun auch, welche mit dem Zeichen * markirt wurden. — Bey allem dem wird aber das Werk, — welches in drey Bände zerfällt, und im ersten *die Chemie der nicht metallischen Stoffe*, im zweyten *die der metallischen Stoffe*, und im dritten Bande *die Chemie der organischen Natur* umfassen soll — nicht voluminöser werden, als ein anderes Werk; welches vor wenig Jahren in zwey starken Bänden erschien, und mit grossem Lobe auf allen Lehrkanzeln der österreichischen Monarchie zum Lehrbuch der Chemie gewählt wurde. —

Inhalt

Einleitung . Seite 1

Allgemeine Chemie. System der Chemie.

Erster Abschnitt. Allgemeine Uebersicht der unzerlegten Stoffe und ihrer Verbindungen . . . — 13
A. Muthmassliche Elementarstoffe — 16
B. Verbindungen der Elementarstoffe — 19
Verbindungsgesetze — 20
a) Chemische Verbindungen des ersten Grades . . . — 32
aa) Verb. auf der 1. Stufe der Zusammens. — 32
bb) Verb. auf der 2. Stufe der Zusammens. — 42
cc) Verb. auf der 3. Stufe der Zusammens. — 53
dd) Verb. auf der 4. Stufe der Zusammens. — 69
ee) Verb. auf der 5. Stufe der Zusammens. — 73
ff) Verb. auf der 6. Stufe der Zusammens. — 75
gg) Verb. auf den höheren Stufen der Zusammens. — 75
b) Chemische Verbindungen des zweyten Grades . — 76

Zweyter Abschnitt. Von den Ursachen, welche der Entstehung chem. Verbindungen beförderlich und hinderlich seyn können — 81
A. Von der abstossenden Kraft — 82
B. Von der anziehenden Kraft — 82
a) Von der allgemeinen Anziehung — 83
b) Von der eigenthümlichen Anziehung — 95
1. Von der Zusammenhangsanziehung — 95
2. Von der Wahlanziehung. Chem. Verwandtschaft — 99
α) Chemische Verwandtschaft des 1. Grades . . — 107
β) Chemische Verwandtschaft des 2. Grades . . — 121

Dritter Abschnitt. Vom chemischen Prozess . . — 128
Chemische Schemate — 130

Vierter Abschnitt. Von den chem. Operationen — 145
A. Einfache Operationen — 146
B. Zusammengesetzte Operationen — 150

Fünfter Abschnitt. Von dem chem. Apparat . . — 157
A. Mechanischer Theil des chem. Apparates — 158
B. Chemischer Theil des chem. Apparates — 159

Sechster Abschnitt. Betrachtung jedes einzelnen Stoffes in allen seinen Verhältnissen und Beziehungen zu allen übrigen Stoffen Seite 166

Specielle Chemie. Erster Theil.

Chemie der unorganischen Natur.

Chemie der nicht metallischen Stoffe Seite 173

Erstes Kapitel. *Aräon* — 173

A. Chemische Verbindungen des Aräons — 174

a) Chemische Verbindungen des Aräons im 1. Grade der chem. Anziehung, *Aräoide* — 175

b) Verb. des Aräons im 2. Grade der chem. Anziehung — 184

B. Darstellung des Aräons — 210

C. Bewegungen des freyen Aräons — 214

D. Wirkungen des freyen Aräons auf andere Körper . — 223

E. Functionen des Aräons in der Natur — 244

F. Anwendung des Aräons — 250

Zweytes Kapitel. *Oxygen* — 262

I. Verb. des Oxygens auf der 1. Stufe der Zus. — 263

1. Verbindungen des Oxygens mit Aräon — 263

a) Erstes Oxygenaräoid — 265

b) Zweytes Oxygenaräoid — 265

c) Drittes Oxygenaräoid, *Oxygengas* — 265

d) Viertes Oxygenaräoid. *Magnetisches Fluidum* — 286

e) Fünftes Oxygenaräoid. *Galv. elektr. Fluidum* . — 309

f) Sechstes Oxygenaräoid. *Gem. elektr. Fluidum* . — 354

g) Höhere Oxygenaräoide. *Licht* — 399

II. Verb. des Oxygens auf der 2. Stufe der Zus. . . . — 428

III. Verb. des Oxygens auf der 3. Stufe der Zus. . . . — 439

IV. Verb. des Oxygens auf der 4. und den noch höheren Stufen der Zus. — 448

Drittes Kapitel. *Hydrogen* — 448

I. Verb. des Hydrogens auf der 1. Stufe der Zus. . . — 449

II. Verb. des Hydrogens auf der 2. Stufe der Zus. . . — 460

1. Verb. des Hydrogens mit dem Oxygen auf der 2. Stufe der Zus. — 460

a) Hydrogenoxyd, Wasser — 460

b) Hydrogenhyperoxyd — 485

2. Verb. des Hydrogens mit andern Körpern — 488

III. Verb. des Hydrogens auf der 3. Stufe der Zus. . . — 489

IV. Verb. des Hydrogens auf der 4. Stufe der Zus. . . Seite 493
V. Verb. des Hydrogens auf noch höheren Stufen d. Zus. — 493

Viertes Kapitel. *Azot* — 494
I. Verb. des Azots auf der 1. Stufe der Zus. — 494
II. Verb. des Azots auf der 2. Stufe der Zus. — 495
1. Verb. des Azots mit Oxygen — 495
a) Azotsuboxydul — 495
b) Azotoxydul . — 497
c) Azotoxyd . — 499
d) Unterazotigte Säure — 501
e) Azotigte Säure — 502
f) Azotsäure . — 505
2. Verbindungen des Azots mit Hydrogen — 505
III. Verb. des Azots auf der 3. Stufe der Zus. — 506
1. Verb. des Azotsuboxyduls — 506
2. Verb. des Azotoxyduls — 506
3. Verb. des Azotoxydes — 518
4. Verb. der unterazotigten Säure — 518
5. Verb. der azotigten Säure — 519
6. Verb. der Azotsäure — 519
7. Verb. des Azothydroiduls — 525
IV. Verb. des Azots auf der 4. Stufe der Zus. — 529

Fünftes Kapitel. *Fluor* — 531
I. Verb. des Fluors auf der 1. Stufe der Zus. — 531
II. Verb. des Fluors auf der 2. Stufe der Zus. — 532
1. Fluor mit Oxygen. Fluorsäure — 532
III. Verb. des Fluors auf der 3. Stufe der Zus. — 532
1. Verb. der Fluorsäure — 532
IV. Verb. des Fluors auf der 4. Stufe der Zus. — 535
V. Noch höhere Verbindungen des Fluors — 536

Sechstes Kapitel. *Murium* — 536
I. Verb. des Muriums auf der 1. Stufe der Zus. — 536
II. Verb. des Muriums auf der 2. Stufe der Zus. — 537
1. Verb. des Muriums mit Oxygen — 537
a) Muriumsäure . — 537
b) Zweyfach oxydirte Muriumsäure — 538
c) Vierfach oxydirte Muriumsäure — 539
d) Sechsfach oxydirte Muriumsäure — 540
e) Achtfach oxydirte Muriumsäure — 540
2. Verb. des Muriums mit andern Stoffen — 541
III. Verb. des Muriums auf der 3. Stufe der Zus. . . . — 541
1. Verb. der Muriumsäure — 541

2. Verb. der 4fachoxydirten Muriumsäure Seite 548
3. Verb. der 6fachoxydirten Muriumsäure — 548
4. Verb. der 8fachoxydirten Muriumsäure — 563
IV. Verb. des Muriums auf der 4. Stufe der Zus. . . . — 565

Siebentes Kapitel. *Brom* — 567
I. Verb. des Broms auf der 1. Stufe der Zus. — 567
II. Verb. des Broms auf der 2. Stufe der Zus. — 568
1. Verb. des Broms mit Oxygen — 568
a) Bromsäure — 568
b) 4fachoxydirte Bromsäure — 568
c) 6fachoxydirte Bromsäure — 569
III. Verb. des Broms auf der 3. Stufe der Zus. — 569
1. Verb. der Bromsäure — 569
2. Verb. der 6fachoxydirten Bromsäure — 571
IV. Verb. des Broms auf der 4. Stufe der Zus. — 576
V. Verb. des Broms auf den höheren Stufen der Zus. — 577

Achtes Kapitel. *Jod* — 577
I. Verb. des Jods auf der 1. Stufe der Zus. — 577
II. Verb. des Jods auf der 2. Stufe der Zus. — 578
1. Verb. des Jods mit Oxygen — 578
a) Jodsäure . — 578
b) 2fachoxydirte Jodsäure — 578
c) 4fachoxydirte Jodsäure — 578
d) 6fachoxydirte Jodsäure — 579
III. Verb. des Jods auf der 3. Stufe der Zus. — 579
1. Verb. der Jodsäure — 579
2. Verb. der 4fachoxydirten Jodsäure — 584
3. Verb. der 6fachoxydirten Jodsäure — 584
IV. Verb. des Jods auf der 4. Stufe der Zus. — 590
V. Verb. des Jods auf den höheren Stufen der Zus. . — 590

Neuntes Kapitel. *Carbon* — 591
I. Verb. des Carbons auf der 1. Stufe der Zus. — 591
II. Verb. des Carbons auf der 2. Stufe der Zus. . . . — 592
1. Verb. des Carbons mit Oxygen — 592
a) Carbonoxydul — 592
b) Carbonoxyd . — 595
c) Untercarbonigte Säure — 597
d) Carbonigte Säure — 599
e) Carbonsäure . — 599
2. Verb. des Carbons mit Hydrogen — 602
a) Carbonsubhydroidul — 602
b) Carbonhydroidul — 602

c) Carbonhydroid . Seite 602
3. Verb. des Carbons mit andern Aräoiden — 602
III. Verb. des Carbons auf der 3. Stufe der Zus. . . . — 603
1. Verb. des Carbonoxyduls — 603
2. Verb. des Carbonoxydes — 607
3. Verb. der untercarbonigten Säure — 608
4. Verb. der carbonigten Säure — 613
5. Verb. der Carbonsäure — 617
6. Verb. des Carbonsubhydroiduls — 620
7. Verb. des Carbonhydroiduls — 624
8. Verb. des Carbonhydroides — 626
IV. Verb. des Carbons auf der 4. Stufe der Zus. . . . — 628
V. Verb. des Carbons auf der 5. Stufe der Zus. — 636
VI. Verb. des Carbons auf noch höheren Stufen der Zus. — 639

Zehntes Kapitel. *Boron* — 639
I. Verb. des Borons auf der 1. Stufe der Zus. — 639
II. Verb. des Borons auf der 2. Stufe der Zus. — 640
1. Verb. des Borons mit Oxygen — 640
a) Boronoxyd . — 641
b) Boronsäure . — 641
2. Verb. des Borons mit Hydrogen — 641
3. Verb. des Borons mit andern Aräoiden — 642
III. Verb. des Borons auf der 3. Stufe der Zus. — 642
1. Verb. des Boronoxydes — 642
2. Verb. der Boronsäure — 642
IV. Verb. des Borons auf der 4. Stufe der Zus. — 648
V. Verb. des Borons auf der 5. Stufe der Zus. — 649

Eilftes Kapitel. *Phosphor* — 651
I. Verb. des Phosphors auf der 1. Stufe der Zus. . . . — 651
II. Verb. des Phosphors auf der 2. Stufe der Zus. . . — 651
1. Verb. des Phosphors mit Oxygen — 651
a) Phosphoroxydul — 652
b) Phosphoroxyd — 656
c) Phosphorigte Säure — 667
d) Phosphorsäure — 668
e) Ueberphosphorsäure — 669
2. Verb. des Phosphors mit Hydrogen — 669
3. Verb. des Phosphors mit andern Aräoiden — 669
III. Verb. des Phosphors auf der 3. Stufe der Zus. . . — 670
1. Verb. des Phosphoroxyduls — 670
2. Verb. des Phosphoroxydes — 671
3. Verb. der phosphorigten Säure — 672

4. Verb. der Phosphorsäure Seite 675
5. Verb. der Ueberphosphorsäure — 680
6. Verb. der Phosphorhydroide — 682
7. Verb. der Phosphormetalle — 687
IV. Verb. des Phosphors auf der 4. Stufe der Zus. . . — 688
V. Verb. des Phosphors auf der 5. Stufe der Zus. . . — 692

Zwölftes Kapitel. *Schwefel* — 693
I. Verb. des Schwefels auf der 1. Stufe der Zus. . . . — 693
II. Verb. des Schwefels auf der 2. Stufe der Zus. . . . — 694
1. Verb. des Schwefels mit Oxygen — 694
a) Schwefeloxydul — 694
b) Schwefeloxyd — 699
c) Schwefligte Säure — 699
d) Schwefelsäure — 701
e) Ueberschwefelsäure — 702
2. Verb. des Schwefels mit Hydrogen — 702
3. Verb. des Schwefels mit Carbon — 702
4. Verb. des Schwefels mit den übrigen Aräoiden . — 703
III. Verb. des Schwefels auf der 3. Stufe der Zus. . . — 708
1. Verb. des Schwefeloxyduls — 708
2. Verb. des Schwefeloxydes — 710
3. Verb. der schwefligten Säure — 718
4. Verb. der Schwefelsäure — 721
5. Verb. der Ueberschwefelsäure — 729
6. Verb. der Schwefelhydroide — 732
7. Verb. der Schwefelmetalle — 732
IV. Verb. des Schwefels auf der 4. Stufe der Zus. . . — 732
V. Verb. des Schwefels auf der 5. Stufe der Zus. . . — 750

Dreyzehntes Kapitel. *Selen* — 751
I. Verb. des Selens auf der 1. Stufe der Zus. — 752
II. Verb. des Selens auf der 2. Stufe der Zus. — 752
1. Verb. des Selens mit dem Oxygen — 752
a) Selenoxydul . — 752
b) Selenoxyd . — 755
c) Selenigte Säure — 756
d) Selensäure . — 756
2. Selen mit Hydrogen — 756
3. Selen mit Carbon — 756
4. Selen mit Metallen — 757
III. Verb. des Selens auf der 3. Stufe der Zus. — 757
1. Verb. des Selenoxyduls — 757
2. Verb. des Selenoxydes — 758

3. Verb. der selenigten Säure Seite 759
4. Verb. der Selensäure — 761
5. Verb. der Selenhydroide — 763
IV. Verb. des Selens auf der 4. Stufe der Zus. — 763

Vorkommende Abkürzungen.

Ann. de ch.	Annales de chimie.
Ann. of Ph.	Annals of Philosophie.
Anz.	Anziehung.
Atm.	Atmosphäre.
atm. Verw.	atmosphärenbildende Verwandtschaft.
At.	Atom oder Atome.
Aufl.	Auflösung.
bas.	basisch.
Berl. Jahrb.	Berlinisches Jahrbuch der Pharmacie.
Best.	Bestandtheile.
Beym.	Beymischung.
Buchn. Rep.	*Buchner's* Repertorium der Pharmacie.
chem. Anz.	chemische Anziehung.
Conc.	Concentration.
conc.	concentrirt.
Dest.	Destillation.
dest.	destillirt.
Dingl. J.	*Dingler's* polytechnisches Journal.
el. Fl.	elektrisches Fluidum.
El.	Elektricität.
en. Verw.	energisch-chemische Verwandtschaft.
Entb.	Entbindung.
Erdm. J.	*Erdmann's* Journal der technischen und ökonomischen Chemie.
Erdm. Schw. J.	*Erdmann- und Schweigger-Seidel's* Journal für practische Chemie.
filtr.	filtriren, filtrirt.
Fl.	Flüssigkeit.
galv. elektr. Fl.	galvanisch-elektrisches Fluidum.
gem. elektr. Fl.	gemeines elektrisches Fluidum.
gem. Temp.	gemeine Temperatur.
Gilb. Ann.	*Gilbert's* Annalen der Physik.
Journ. de Pharm.	Journal de Pharmacie.

Journ. de Phys.	Journal de Physique et chimie etc.
Kastn. Arch.	*Kastner's* Archiv für die gesammte Naturlehre.
M. Ar.	*Meissner's* Aräometrie. Wien 1816. II B.
M. Handb.	*Meissner's* Handbuch der Chemie. Wien bey Gerold 1819 — 1833. V B. in 10 Abth.
neutr.	neutral, neutralisiren.
neutr. Verb.	neutrale Verbindung.
org.	organisch.
Pharm. austr.	*Pharmacopoea austriaca.* 1834.
pneum.	pneumatisch.
Pogg. Ann.	*Poggendorff's* Annalen der Physik und Chemie.
s.	sauer.
Schw. J.	*Schweigger's und Schweigger-Seidel's* Journal für Chemie und Physik. Auch Jahrbuch der Physik.
St. d. Z.	Stufe der Zusammensetzung.
Temp.	Temperatur.
Tr. J.	*Trommsdorff's* Journal der Pharmacie.
Tr. n. J.	*Trommsdorff's* neues Journal der Pharmacie.
übersch.	überschüssig.
Unters.	Untersuchung.
Verw.	Verwandtschaft.
Verb.	Verbindung.
Vol.	Volumen.
W.	Wasser.
Wg.	Wein eist.
wäss.	wässerig.
Zers.	Zersetzung.
Zus.	Zusammensetzung.

E i n l e i t u n g.

§. 1. Alles, was sinnlich wahrzunehmen, oder dessen Daseyn auch selbst nur durch die vereinte Mitwirkung aller unserer Sinne, auf mittelbaren und unmittelbaren Wegen zu ergründen ist, machet zusammen genommen die *Sinnenwelt*, die *Körperwelt* aus. — Die nächsten Bestandtheile der Körperwelt werden daher *Körper* genannt, oder *Materien*, *Stoffe*. Die vorzüglichsten Eigenschaften der Körper, Materien oder Stoffe sind die *Undurchdringlichkeit*, und die *Raumerfüllung*. Ein Etwas, welches den Raum erfüllet, und selbst undurchdringlich ist, heisset also ein Körper; und es folget hieraus unzweifelhaft: dass wenn irgend ein Körper *A* einen gewissen Raum erfüllet, in diesem Raume kein anderer Körper *B* seyn kann; und wenn wirklich zwey Körper *A* und *B* mit einander vereiniget werden, beyde zusammen einen grössern Raum einnehmen müssen, als jeder für sich allein.

Der Unterschied zwischen den Benennungen: Körper, Materie, Stoff, liegt bloss darin, dass man mit *Stoff* oder *Materie* solche Körper bezeichnet, die aus lauter gleichförmigen Theilchen zusammengesetzt sind; während ein *Körper* eben so beschaffen, oder auch aus verschiedenen Stoffen oder Materien zusammengesetzt seyn kann. Oft wird aber — wenn man sich unbestimmt ausdrücken will — irgend eine Materie oder ein Stoff oder Körper auch nur eine *Substanz* genannt; und eben so oft werden alle diese vier Ausdrücke gleich bedeutend verwendet.

§. 2. In der Sinnenwelt durchläuft der Mensch seine kurze Lebensbahn, und jene ist also ohne Zweifel die erste Bedingung seiner physischen Existenz; denn sie liefert ihm auf einer Seite alle seine Bedürfnisse, und kann auf der andern sein Leben in vielfacher Weise gefährden. Unter diesen Umständen musste der vernünftige Mensch, wenn er nicht bey jedem Schritte den äussern Einflüssen unterliegen wollte, schon bey der ersten Entwickelung seines Verstandes, auf ein rastloses Streben zur Erkenntniss der Sinnenwelt angewiesen werden. Er musste auch in diesem Streben sehr bald die Entdeckung machen: dass ausser den die Sinnenwelt constituirenden Körpern noch etwas Anderes existire, welches weder undurchdringlich noch raumerfüllend, also keineswegs ein Körper, und dennoch überaus einflussreich sey; da es als Ursache der mannigfaltigen Bewegungen und Veränderungen hervortrete, welchen die Sinnenwelt unaufhörlich unterworfen ist. Zur Unterscheidung nannte er daher jene unbekannte Ursache *Kraft*, die Sinnenwelt mit jener nicht materiellen Ursache ihrer Bewegung zusammen genommen aber die *Natur*, und die Summe unseres, aus Beobachtungen, Erfahrungen, Begriffen, Meinungen und Wahrheiten abgezogenen Wissens über die Verhältnisse und Functionen der Natur, die *Naturwissenschaft*.

§. 3. Zahllose Erfahrungen über die Bewegungen in der Natur haben bereits gelehrt, dass diese nach bestimmten unwandelbaren Gesetzen vor sich gehen; indem unter denselben Umständen immer wieder dieselbe Bewegung oder Veränderung erfolgt. Man hat diese Gesetze eben darum *Naturgesetze* genannt. Das höchste und weiseste Gesetz in der Natur ist aber das *Gesetz des allmählichen Ueberganges von einem Extrem zum andern;* denn alle übrigen Naturgesetze sind diesem Einen streng unterworfen: indem sie sich ohne Ausnahme bey einigen Körpern ungemein scharf aussprechen, bey andern wie-

der weniger, und bey noch andern unserer Beobachtung gänzlich entschwinden. Ein einziges dieser untergeordneten Gesetze in der ganzen Kette der Natur streng durchgeführt, würde früher oder später, indem es Alles sich selbst entsprechend ordnete und ausgliche, ewigen Tod über die ganze Natur verbreiten, und mithin jene unendliche Reihe aufeinander folgender und sich unaufhörlich verdrängender Differenzen in den Erscheinungen, die wir das *Leben* nennen, gänzlich aufheben müssen. Nur in der unaufhörlichen Beschränkung und Störung jedes einzelnen Naturgesetzes durch alle übrigen resultirt also das Leben, und das System aller Naturgesetze stellt sich uns eben darum als ein Aggregat von Lichtpuncten dar, deren Ausflüsse sich eben so in den Zwischenräumen verlieren, wie es mit jenen Lichtpuncten geschieht, die den gestirnten Himmel zieren.

[Beyspiele jener untergeordneten Gesetze biethen alle Eigenschaften aller Körper dar. Die Farbe, die Dichtheit, die Härte, der Geruch, Geschmack, und auch alle chemischen Eigenschaften finden sich in abfallender Ordnung in den Körpern vor, und es gibt nicht zwey Körper verschiedener Art, die irgend eine Eigenschaft in gleichem Maasse besässen.]

Derjenige, welcher die Gesetze der Bewegungen und Veränderungen in der Natur zu erforschen, und die dabey wahrnehmbaren *Phänomene* (Erscheinungen) vernunftgemäss zu erklären strebt, wird ein *Naturforscher* genannt. Ihm liegt es ob, die *Theorie* jener Veränderungen, d. i. die Art und Weise nach welcher sie vor sich gehen, auszumitteln, und durch die *Definition*, d. i. durch die scharfe Bezeichnung der Begriffe, welche den dabey vorkommenden Ausdrücken zum Grunde liegen, gegen Missverständnisse zu schützen. Oft aber wird er, wo die wahre fehlt, sich auch mit einer *muthmasslichen* oder *Scheintheorie* behelfen müssen, die dann eine *Hypothese* heisset.

§. 4. Die Naturwissenschaft ist also ohne Zweifel der Inbegriff alles menschlichen Wissens, mit Ausnahme nur

weniger speculativer Wissenschaften, die dasjenige umfassen, was den äussern Sinnen des Menschen ewig unzugänglich bleibt. Die Ausdehnung dieser Wissenschaft ist daher auch so unendlich gross, dass man sich in neuerer Zeit veranlasset gefunden hat, dieselbe zur Erleichterung des Studiums in mehrere Zweige abzutheilen; nähmlich in *a*) die *Naturgeschichte*, *b*) die *Naturlehre*, und *c*) die *Chemie*.

Die *Naturgeschichte* oder *Naturbeschreibung* begnügt sich mit der systematischen Aufzählung aller Naturkörper, und mit der Beschreibung ihrer äussern Kennzeichen.

Die *Naturlehre* oder *Physik* hingegen umfasset, schon tiefer eindringend, jene gegenseitigen Wirkungen der Naturkörper auf einander; welche ohne Störung der innern Beschaffenheit und Form der Körper möglich sind. Sie beschäftiget sich also mit jenen Erscheinungen, die aus dem *Aufeinanderwirken* der Körper hervorgehen.

Die *Chemie* endlich umfasset alle Resultate des *Ineinanderwirkens* der Körper, dass heisst: sie beschäftiget sich durchaus mit der inneren Beschaffenheit aller in der Sinnenwelt vorfindigen Dinge; indem sie nach der Erkenntniss der letzten Bestandtheile aller Körper strebt, und uns lehret, wie diese Bestandtheile, auch ohne Schonung der Körperform, aus ihren Verbindungen abzuscheiden, und wie sie zu neuen Verbindungen und neuen Körperformen wieder zu vereinigen sind. Daher ist sie auch *Scheidekunst* und *Mischungskunst* genannt worden.

§. 5. Der Gegenstand der Untersuchungen des Chemikers umfasset also nicht nur alle natürlichen Bestandtheile der Körperwelt selbst, sondern auch alle jene künstlich zusammengesetzten Verbindungen; die zwar in der Natur nicht vorzufinden sind, aber durch mannigfaltige Versuche unter der fleissigen Hand des Scheidekünstlers zum Vorschein kommen können.

Die Hauptabsicht des Chemikers wird folglich im Allgemeinen immer dahin gerichtet seyn: die einfachen Stoffe,

aus welchen alle natürlichen Körper zusammengesetzt sind, zu ergründen, und zu erforschen: in wie fern und unter welchen Bedingungen jeder einzelne Stoff mit allen übrigen Stoffen Verbindungen eingehen kann, und welche neue Formen zusammengesetzter Körper dabey hervorgebracht werden. — Im Besondern hingegen kann er aber auch beabsichtigen, alle auf solchem Wege erworbenen Erfahrungen auf die Bedürfnisse des geselligen Lebens anzuwenden, und also, nebst der Befriedigung seiner Wissbegierde, auch dem Fortschreiten nützlicher Künste und Gewerbe beförderlich zu seyn.

Die Chemie zerfällt nach diesen verschiedenen Zwecken auch wieder in mehrere Zweige, und zwar zunächst in *A* die *reine* und *B* die angewandte Chemie.

A. Die *reine Chemie* theilt sich wieder in

a) die *theoretische*, welche bloss die Erweiterung der Wissenschaft, also die *Erklärung* aller chemischen Erscheinungen, und die *Erforschung der Gesetze* nach welchen diese erfolgen, zum Zwecke hat, u. s. w. und

b) die *experimentelle*, welche zu den Sätzen der vorigen die beweisführenden *Experimente* (Versuche) zweckmässig einleiten lehret.

B. Die *angewandte Chemie* hingegen zerfällt weiter in

a) die *physische*, wenn sie die Erweiterung der Physik im Allgemeinen zum Gegenstande hat, oder die *meteorologische*, wenn sie die in der Erdatmosphäre vorkommenden Veränderungen erkläret, und somit der *Witterungskunde* beförderlich ist;

b) die *mineralogische* oder *fossilische*, in sofern sie die Bestandtheile der Mineralkörper und Fossilien erforschen lehret;

c) die *physiologische*, wenn sie die Wirkung chemischer Kräfte in organischen Wesen nachzuweisen strebt, oder die Bestandtheile dieser letzteren auffinden lehret; in welchem letzten Falle sie auch

die *organische Chemie* oder *Chemie der Pflanzen- und Thierkörper* heisset; je nachdem sie sich mit dem Pflanzen- oder Thierreiche beschäftiget;

d) die *medicinische*, in so fern sie die Erhaltung der Gesundheit oder die Wiederherstellung derselben in Krankheitsfällen beabsichtiget; wobey sie insbesondere noch heisset:

aa) die *polizeyliche*, wenn sie über die gute Beschaffenheit der nothwendigsten Lebensbedürfnisse wachet, und überhaupt alles zu entfernen strebt, was die Gesundheit der Menschen und Thiere gefährden kann;

bb) die *gerichtliche*, wenn sie sich mit der Untersuchung der Gesundheit nachtheiliger, und durch absichtliche Verfälschungen oder Vergiftungen entstandener, chemischer Einwirkungen auf Menschen und Thiere beschäftiget;

cc) die *pharmaceutische*, wenn sie die kunstgemässe Zubereitung der Arzeneyen lehret.

e) die *ökonomische*, wenn sie die Anwendung chemischer Erfahrungen auf die *Haushaltungskunst* betrifft, und insbesondere die *Agriculturchemie*, *agronomische Chemie*, wenn sie die chemischen Grundsätze auf die Steigerung der Pflanzencultur anzuwenden strebt; und endlich

f) die *technische Chemie*, welche die sehr vielen Künsten und Gewerben zum Grunde liegenden chemischen Gesetze entwickelt, und die Vervollkommnung aller Producte des Kunst- und Gewerbfleisses zum Ziele hat; diese zerfällt aber weiter in

aa) die *lithurgische* oder *Steinchemie*, welche die Untersuchung der Steine, und die Darstellung steinartiger Pasten und der künstlichen Edelsteine lehret;

bb) die *hyalotechnische* oder *Glaschemie*, *Hyalurgie*, welche die Bereitung des Glases lehrt;

cc) die *halurgische* oder *Salzchemie*, *Halurgie*, welche von der Gewinnung der Salze im Grossen handelt;

dd) die *chromatische* oder *Farbenchemie*, *Chromurgie*, welche von der Zubereitung der Farben, von der *Färbekunst* und *Bleichkunst* handelt;

ee) die *zymotechnische* oder *Gährungschemie*, *Zymotechnie*, welche die Erzeugung der Gährungsproducte, z. B. des Weines, Bieres, Branntweines, Brotes, Essigs u. s. w. betrifft;

ff) die *phlogurgische* oder *Feuerchemie*, *Phlogurgie*, welche die Gewinnung entzündlicher Substanzen, und die *Brennstoffsparkunst* und den *Ofenbau* umfasset;

gg) die *docimastische Chemie*, *Docimasie* oder *Probierkunst*, welche von der Untersuchung der Erze und metallischer Substanzen überhaupt handelt;

hh) die *metallurgische Chemie*, *Metallurgie*, *Hüttenkunst*, welche die Gewinnung metallischer Substanzen im Grossen lehret; und endlich gehören hierher auch noch

ii) einige andere Zweige der angewandten Chemie, als: die *Bereitung der Seife*, *des Leders*, *des Leims*, *die Kochkunst* u. s. w.

§. 6. Diese gedrängte Uebersicht der Haupt- und Nebenzweige der chemischen Wissenschaft beweiset sattsam ihre hohe Wichtigkeit, wie ihren grossen Umfang. Sie belehrt uns von dem vielseitigen Einflusse der Chemie auf alle jene Wissenschaften, Künste und Gewerbe, die nur einigermassen auf das practische Leben Beziehung haben, und von dem unbezweifelbar grossen Nutzen, welchen gründliche Kenntnisse über das chemische Verhalten der Körper Jedermann gewähren können.

Aber eben diese mannigfaltige Verzweigung der Chemie fordert auch unbedingt: dass der Chemiker mit der Naturgeschichte vertraut sey, damit er die chemisch zu bearbeitenden Naturkörper gehörig zu unterscheiden und

zu benennen wisse; dass er mit der Naturlehre bekannt sey, damit er auf die physischen Eigenschaften der Körper ihre chemische Behandlung gründen könne; dass ihm die Anfangsgründe der Mathematik nicht fremd seyen, damit er gegen die beständigen Verhältnisse, welchen die chemischen Wirkungen folgen, nicht verstosse; dass er sich ferner einige Begriffe von der Mechanik und eine bedeutende manuelle Fertigkeit erwerbe, weil ungelenkige Hände alle seine Apparate, ja sogar sein Leben, gefährden können; und dass er endlich in das Wesen aller Künste und Gewerbe so viel Einsicht genommen habe, als nöthig ist, um einsehen zu können: wo und in welchen Fällen chemische Grundsätze anwendbar sind. Es gehet hieraus hervor, dass also die Chemie nicht nur eine Wissenschaft, sondern zugleich eine Kunst sey, und mithin den Nahmen der Scheidekunst wirklich verdiene.

§. 7. Unendlich gross wird demnach die Aufgabe des Chemikers seyn, und unerreichbar sogar könnte sie ihm dünken, wenn er die unzählbare Menge von natürlichen Körpern überschauet, und wenn er bedenkt, dass die ganze Reihe derselben, ja dass sogar sein eigener Leib den Gegenständen seines Studiums angehöret. — Glücklicherweise entdecken wir indessen schon mit dem ersten helleren Blicke in das Innere der Natur: *dass nur eine unbedeutende Anzahl von Elementen oder einfachen Stoffen die Grundlage der gesammten Körperwelt bildet, und alle in derselben vorkommende Wesen aus diesen wenigen Stoffen zusammengesetzt sind.* Es erwächst uns hieraus nicht nur der wesentliche Vortheil, alle natürlichen Körper nach ihren formenden Bestandtheilen in eine gewisse Anzahl von Classen und Ordnungen unterbringen, und mithin leichter überblicken zu können; sondern auch die wohlbegründete Hoffnung: *dass die chemische Wissenschaft gleichzeitig mit ihrem Fortschreiten auch an Einfachheit und Richtigkeit gewinnen werde.*

Aber auch nach dieser ungemein grossen Vereinfachung, und selbst nach der oben (§. 5) gegebenen Eintheilung in mehrere Zweige, bleibt die Chemie immer noch eine höchst verwickelte Wissenschaft: denn nicht nur ergibt sich, wenn wir alle möglichen Combinationen der bekannten Stoffe erwägen, eine Unzahl möglicher Verbindungen derselben zu unendlich verschiedenen Körperformen; sondern es sind auch der Gegenstände, der Erscheinungen, der Erfahrungen und Thatsachen immer noch zu viele, als dass sie auch das glücklichste Gedächtniss zu fassen vermöchte. Zudem sind alle Zweige der Chemie so sehr ineinander verflochten, dass eine vollkommene Vereinzelnung derselben unmöglich ist, und eben darum bey dem Studium selbst des unbedeutendsten dieser Zweige, eine gründliche Einsicht in das Wesen der gesammten Chemie immer noch nothwendig bleibt. — Unter solchen Umständen würde also der angehende Chemiker ohne Zweifel erliegen müssen, wenn er die ganze Masse aller gegebenen Daten im Gebiethe der endlosen Wissenschaft seinem Gedächtnisse aufbürden wollte. Er wird aber das Erreichbare wirklich erreichen können, wenn er sich begnügt, die Hauptsache oder das Skelett der Chemie, und allenfalls von demjenigen Zweige, den er gerade zu seinem Berufe nöthig hat, die mehr ins Einzelne gehenden Erörterungen in sein Gedächtniss aufzunehmen; mit allem übrigen hingegen — wie es auch der geübteste Chemiker thun muss — sich auf das Nachschlagen in jenen Werken verlässt, in welchen alle bekannten Erfahrungen verzeichnet sind.

§. 8. Eine möglichst einfache und dennoch zureichende und leicht zu überblickende Darstellung der wichtigsten chemischen Erfahrungen, und aller daraus gefolgerten Gesetze und Verhältnisse, wird unter diesen Umständen zum dringenden Bedürfnisse, und wenn der kürzeste Weg zur Erwerbung chemischer Kenntnisse aufgesucht wird, so

ergibt sich die Anordnung dieses Studiums damit: dass man sich

1. die *allgemeine Uebersicht der einfachen Stoffe und ihrer Verbindungen* verschaffe; dann aber
2. die *Lehre von jenen Ursachen oder Kräften, welche die chemische Thätigkeit befördern oder hindern können;* dieser wieder
3. die *Erklärung des chemischen Prozesses*, d. i. der Art und Weise, wie chemische Verbindungen gebildet und zerstört werden; dieser ferner
4. die *Beschreibung der chemischen Operationen*, d. i. der Verrichtungen des Chemikers, durch welche der chemische Prozess eingeleitet wird; dieser sodann
5. die *Beschreibung des chemischen Apparates*, d. i. jener mechanischen Hülfsgeräthschaften, die bey jenen Operationen erforderlich sind; und endlich
6. die *Betrachtung jedes einzelnen Stoffes in allen seinen Verhältnissen und Beziehungen zu allen übrigen Stoffen* nachfolgen müsse;

damit die oftmahlige, das Studium nur zu sehr erschwerende Voraussetzung solcher Begriffe, die späterhin erst mit Klarheit entwickelt werden können, möglichst vermieden, und also die Erwerbung chemischer Kenntnisse erleichtert werde.

Dieses Studium wird sich also auch zweckmässig abtheilen lassen, in:

A. die *allgemeine Chemie*, oder das *System der Chemie*, welches die vorhin unter 1, 2, 3, 4, 5 benannten Zweige umfasset, und

B. die *specielle Chemie*, welche die unter 6 angezeigten monographischen Abhandlungen über jeden einzelnen Stoff in allen seinen Verhältnissen und Beziehungen zu allen übrigen Stoffen enthält.

Allgemeine Chemie.

System der Chemie.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Uebersicht der unzerlegten Stoffe und ihrer Verbindungen.

§. 9. Es ist den Chemikern durch vieljährigen Fleiss gelungen, die meisten in der Natur vorfindigen Körper nach und nach in ungleichartige Theile zu scheiden, und auf einfachere Formen zurück zu führen; daraus hat man also mit Recht geschlossen, dass solche Körper aus Theilen verschiedener Art gebildet, oder zusammengesetzt seyen. Manche Körper sind dabey auch mehr als einmahl in ungleichartige Theile zerlegt, und daher mit Recht für zusammengesetzter angesehen worden, als andere; die bey der ersten Zerlegung schon in solche Theile zerfielen, die weiterhin nicht mehr in ungleichartige Theile zerlegt werden konnten, und man hat in dieser Hinsicht eine grosse Mannigfaltigkeit entdeckt. — In der ersten Periode dieser grösstentheils — bey der Zubereitung der Arzeneyen, und auf der thörichten Jagd nach der Kunst Gold zu machen, oder im Streben den Stein der Weisen (ein Mittel gegen den Tod) zu erfinden — nur zufällig entdeckten Kunst, wähnte man auch schon die letzten Bestandtheile aller Körper aufgefunden zu haben, und nannte sie daher *einfache Stoffe*, *Grundstoffe*, *Urstoffe*, oder *Elemente*. Diese vermeinten Elemente waren: die *Erde*, das *Wasser*, die *Luft*, und das *Feuer*. Als man aber in der Folge die Erfahrung erwarb, dass die Erde, die Luft und das Wasser in ungleichartige Theile zerlegt werden konnten, und einsehen lernte, dass das Feuer kein Element, son-

dern ein Phänomen, und das Resultat eines chemischen Prozesses sey, bey welchem zusammengesetzte Körper zerlegt, und neue Verbindungen aus ihren Bestandtheilen erzeugt würden; so glaubte man endlich weise zu handeln, wenn man sich entschlösse: *hinfort alle fernerhin nicht mehr zerlegbaren Körper unzerlegte Körper, unzerlegte Stoffe zu nennen*, und wenn man sich auch um der Kürze willen der Ausdrücke: Element, Stoff u. s. w. bediente, damit immer zugleich, nicht den Begriff der Einfachheit, sondern den der bisherigen Unzerlegbarkeit zu verbinden.

§. 10. Mit dieser scheinbar sehr zweckmässigen Maassregel ist man jedoch in neuerer Zeit unaufhörlich von einer argen Verlegenheit in die andere gerathen: denn die Erfahrung hat bereits gelehrt, dass man, wenn irriger Weise ein zusammengesetzter Körper für einfach angesehen, und als solcher auch in seinen Verbindungsverhältnissen mit andern Körpern behandelt wird, allemahl mit allen chemischen Verbindungsgesetzen collidirt. Nahmentlich hat man dieses vor wenig Jahren mit den weiterhin noch vorkommenden *Metalloiden* erfahren; deren Verbindungen mit einem andern Stoffe (dem Oxygen) man — obwohl scharfsinnige Männer längst schon die Zusammengesetztheit derselben aus ihren Eigenschaften erschlossen hatten — hartnäckig als einfache Stoffe behandelte, und dadurch die Wissenschaft 30 Jahre lang, nähmlich so lange in ihrem Fortschreiten hinderte, bis endlich ein Zufall die Zusammensetzung jener Körper finden liess. — Es ist also — und um so mehr, als wir gegenwärtig an einem noch schlimmern Uebel leiden — in hohem Maasse an der Zeit zu fragen: *wie jene Körper künftighin einzureihen sind, die zwar bisher nicht zersetzt werden konnten, nach ihren Eigenschaften aber mehr Analogie (Aehnlichkeit) mit den zusammengesetzten als mit den einfachen Körpern zeigen?* — und die Beantwortung dieser Frage wird sich auch bald:

a) aus den Ursachen des Zweifels, *b*) aus den Folgen, welche aus einer oder der andern Annahme hervorgehen, und *c*) aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung ableiten lassen.

a) Man kann einen in Frage stehenden Körper nicht zersetzen; darum möchte man ihn für einfach halten. Der Körper hat aber die Eigenschaften zusammengesetzter Substanzen; darum wäre man geneigt ihn diesen zuzuzählen. Der erste Schluss beruhet, wie man sieht, auf *Mangel an Thatsachen*, welcher vielleicht nur aus unserer Ungeschicklichkeit entspringet; der zweyte ist auf *unbezweifelbare Thatsachen* gegründet.

b) Reihet man den zweifelhaften Körper zu den einfachen Stoffen ein; so wird er sich den Verbindungsgesetzen (§. 14) nicht fügen, und bey jedem Schritte — weil man Körper, die hierzu nicht geeignet sind, (§. 20) mit einander verbinden will — *Anomalien* (störende Ungleichheiten) herbey führen. Zählt man denselben hingegen den zusammengesetzten Körpern bey, so wird er sich dem Gesetze fügen, und keine Widersprüche erzeugen.

c) Nimmt man endlich auch die Wahrscheinlichkeitsrechnung zu Hülfe, so ergeben sich die Factoren aus den Erfahrungen, dass man bisher kaum über 50 einfache Stoffe, dagegen aber bereits mehrere Tausend zusammengesetzte Körper kennen gelernt hat; woraus sich leicht ermitteln lässt, ob eine zweifelhafte Substanz mit mehr Wahrscheinlichkeit den einfachen oder zusammengesetzten Körpern zuzuzählen sey.

Es liegt sonach klar vor Augen, dass man den bisherigen Grundsatz (§. 9) wird aufgeben, und dagegen die Regel wird aufstellen müssen: *dass künftighin jede Substanz, welche die Eigenschaften zusammengesetzter Körper besitzt, auch selbst wenn sie bisher nicht zersetzt werden konnte, den letztern zuzuzählen sey;* und diess nur um so mehr, als nun bereits mehr als $\frac{9}{10}$ der bekannten zusammengesetzten

Körper den gedachten Verbindungsgesetzen sich fügen, und folglich aus diesem Umstande nach der Analogie mit mehr Sicherheit Folgerungen zu ziehen sind, als aus dem gänzlichen Mangel des Wissens.

S. *M.* Atomenlehre I. 304.

A. Muthmassliche Elementarstoffe.

§. 11. Von der im Vorigen (§. 10) ausgesprochenen Ansicht ausgehend, kann man nach den bereits vorliegenden chemischen Untersuchungen annehmen, dass 55 von einander verschiedene *Grundstoffe*, *Elemente*, oder *Elementarstoffe* existiren; die man durch nachstehende Benennungen von einander unterscheidet, und mit den beygefügten chemischen Zeichen bezeichnet. Die letztern sind, wie man bemerkt, aus den Anfangsbuchstaben der lateinischen Benennung entlehnt, und in Fällen, wo mehrere Stoffe gleiche Anfangsbuchstaben haben, durch Hinzufügung noch eines andern in der Benennung vorkommenden Buchstabens wiederholt unterschieden worden.

Benennung der Elementarstoffe.		
Deutsch.	Lateinisch.	Chemisches Zeichen.
1. Aräon	*Araeon*	Ar
2. Oxygen	*Oxygenium*	O
3. Hydrogen	*Hydrogenium*	H
4. Azot	*Azotum*	A
5. Fluor	*Fluoricum*	F
6. Murium	*Muriaticum*	M
7. Brom	*Bromum*	Br
8. Jod	*Jodum*	I
9. Carbon	*Carbonicum*	C
10. Boron	*Boron*	B
11. Phosphor	*Phosphorus*	P
12. Schwefel	*Sulphur*	S

Benennung der Elementarstoffe. Deutsch.	Lateinisch.	Chemisches Zeichen.
13. Selen	*Selenium*	Se
14. Kalium	*Kalium*	K
15. Sodium	*Natrium*	Na
16. Lithium	*Lithium*	L
17. Baryum	*Baryum*	Ba
18. Strontium	*Strontium*	Sr
19. Calcium	*Calcium*	Ca
20. Magnium	*Magnesium*	Mg
21. Alumium	*Aluminium*	Al
22. Glycium	*Beryllium*	Be
23. Yttrium	*Yttrium*	Y
24. Zirkonium	*Zirconium*	Zr
25. Thorium	*Thorium*	Th
26. Silicium	*Silicium*	Si
27. Arsenik	*Arsenicum*	As
28. Antimon	*Stibium*	Sb
29. Zinn	*Stannum*	Sn
30. Tellur	*Tellurium*	Te
31. Osmium	*Osmium*	Os
32. Chrom	*Chromium*	Cr
33. Vanadium	*Vanadium*	V
34. Scheel	*Wolframium*	W
35. Molybdän	*Molybdaenum*	Mo
36. Bley	*Plumbum*	Pb
37. Tantal	*Tantalum*	Ta
38. Mangan	*Manganium*	Mn
39. Zink	*Zincum*	Zn
40. Cadmium	*Cadmium*	Cd
41. Eisen	*Ferrum*	Fe
42. Kobalt	*Cobaltum*	Co
43. Nickel	*Niccolum*	Ni
44. Kupfer	*Cuprum*	Cu

Benennung der Elementarstoffe. Deutsch.	Lateinisch.	Chemisches Zeichen
45. Wismuth	*Bismuthum*	Bi
46. Uran	*Uranium*	U
47. Titan	*Titanium*	Ti
48. Cerium	*Cerium*	Ce
49. Mercur	*Hydrargyrum*	Hg
50. Silber	*Argentum*	Ag
51. Gold	*Aurum*	Au
52. Platin	*Platinum*	Pt
53. Palladium	*Palladium*	Pd
54. Rhodium	*Rhodium*	R
55. Iridium	*Iridium*	Ir

[Die hier befolgte und jetzt allgemein angenommene chemische Bezeichnung der Elementarstoffe trägt die Inconsequenz an sich, dass sie, auf andere Sprachen angewendet, ihr Princip verliert; denn es wird z. B. das Gold mit *Au*, das Silber mit *Ag* u. s. w. bezeichnet, worin sich also der Anfangsbuchstabe des deutschen Nahmens keinesweges vorfindet. Es wäre daher recht sehr zu wünschen, dass sich die Chemiker bald wieder zur Annahme der alten sinnvollen chemischen Zeichen bequemen möchten. (*M. At.* §. 58)].

§. 12. Diese wenigen Elementarstoffe, welche grösstentheils in der neuern Zeit entdeckt, oder vielmehr erschlossen wurden, sind es nun, welche durch ihre Vereinigung nach sehr verschiedenen Verhältnissen jene, an das Unendliche gränzende Anzahl von zusammengesetzten Körpern erzeugen, die wir in der Natur verbreitet, und durch die Kunst entstehen sehen. Noch ist aber das Feld der Entdeckungen keinesweges geschlossen: denn viele Körper sind bey weitem noch nicht erschöpfend untersucht worden, und möchten wohl bey genauerer Prüfung auch manches neue Element darbiethen; so wie im Gegentheil auch die Möglichkeit, dass manche der vorhin aufgezählten unzerlegten Stoffe denn doch dereinst als zusammengesetzt

erkannt werden dürften, keinesweges bestritten werden kann.

§. 13. Keiner der (§. 11) angeführten unzerlegten Stoffe — den zuerst genannten, nähmlich das *Aräon* ausgenommen, welcher vielleicht, zuweilen momentan und schnell vorübergehend, für sich allein wahrnehmbar ist — konnte jedoch bisher *isolirt* (d. i. für sich allein) dargestellt werden; weil der erste derselben, das Aräon, in der Natur so allgemein verbreitet ist, dass er in allen Körpern vorgefunden wird, und von denselben bisher noch nie gänzlich hat abgeschieden werden können. Man hat daher auch bis Heute keinen jener Stoffe abgesondert gesehen, und folglich auch von keinem die physischen und noch weniger die chemischen Eigenschaften angeben können. Man ist indessen, eben weil die Abscheidung noch nie vollständig bewirkt werden konnte, so sehr gewohnt jene Zusammensetzungen zu übersehen; dass man sie selbst in unserer Zeit noch als einfache Stoffe betrachtet, und eben dadurch — weil die Anwesenheit des einen Bestandtheils ausser Acht gelassen wird — bey der Erklärung der Phänomene sehr oft in zahllose Widersprüche verwickelt werden muss.

B. Verbindungen der Elementarstoffe.

§. 14. Die sorgfältige Untersuchung der Umstände und Verhältnisse, unter welchen sich die vorhin aufgeführten Stoffe zur Bildung zusammengesetzter Körper miteinander verbinden, hat bereits gezeigt, dass diess immer nach gewissen unwandelbaren Gesetzen erfolgt; die zum Theil das quantitative, theils auch das qualitative Verhältniss regeln. Die nähere Erörterung der qualitativen Verhältnisse wird den Gegenstand des zweyten Abschnittes dieser Untersuchung ausmachen; hier möge es vorläufig genügen, in Beziehung auf das Quantitative folgende Gesetze zu erörtern.

§. 15. ***Erstes Verbindungsgesetz.*** *Die* ***Atome****, d. i. die letzten, kleinsten, fernerhin nicht mehr theilbaren Theilchen der unzerlegten Stoffe* *) *besitzen ein bestimmtes Gewicht; welches bey jedem eigenthümlichen Stoffe ein anderes ist; so zwar dass nicht zwey verschiedene Stoffe existiren, deren Atome ein gleiches Gewicht besitzen. — Daraus folgt aber,* ***dass sich kein einziger Stoff in geringerer Menge als mit dem Gewicht eines seiner Atome mit andern Stoffen verbinden kann.***

Der englische Naturforscher *Dalton* hat diesen Satz aus der Erfahrung gefolgert, vermöge welcher sich ergab, dass eine und dieselbe Substanz immer mit demselben Gewicht mit andern Substanzen verbunden wurde. Z. B. das Gewicht von 1 Atom des Stoffes *X* sey = 10, das Gewicht von 1 Atom der Substanz *Y* = 15; so würde die einfacheste Verbindung aus diesen beyden Stoffen 1 Atom *X* mit 1 Atom *Y*, oder 10 Gewichtstheile von *X* mit 15 Gewichtstheilen von *Y*, und das Gewicht der ganzen Verbindung müsste = 25 seyn. Der Fall, dass weniger als 10 Th. von *X* oder 15 Theile von *Y* in irgend eine Verbindung eingingen, wäre platterdings unmöglich; weil die Atome untheilbar sind. Der entgegengesetzte Fall, dass nähmlich entweder *X* mit mehr als 10, oder *Y* mit mehr als 15 Gewichtstheilen in irgend eine Verbindung eingehe, liegt zwar im Reiche der Möglichkeit; aber gewiss werden in solchem Falle — da die Atome untheilbar sind — mehrere Atome der fraglichen Substanz aufgenommen worden seyn, und es wird also ohne Zweifel das aufgenommene Gewicht jener Substanz das Vielfache von dem Gewicht eines Atoms derselben seyn. Z. B. Man finde dass sich 10 Theile *X* mit 45 Theilen *Y* verbunden haben; so wird sich

*) Diejenigen, welche der Meinung zugethan sind, dass die Materie bis ins Unendliche theilbar sey, mögen diese Atome *chemische Atome* nennen; welche mithin nur durch chemische Mittel nicht weiter theilbar sind.

daraus ergeben, dass 1 Atom $X = 10$ sich mit 3 Atomen $Y = 15 \times 3 = 45$ vereiniget haben.

§. 16. Die geringste Menge irgend eines Stoffes, welche solchergestalt mit allen übrigen Stoffen die chemische Verbindung eingehen kann, wird nun (nach *Dalton* und *Berzelius*) ein *Atom*, (nach *Wollaston*) ein *chemisches Aequivalent*, (nach *Davy*) ein *Verhältniss*, (nach *Döbereiner*) ein *Differential*, genannt. Unter *Atomzahl*, *Atomgewicht*, *Aequivalentenzahl*, *Verhältnisszahl*, (nach *Gmelin*) *Mischungsgewicht*, *Massenzahl*, *Verbindungszahl*, *stöchiometrische Zahl*, *stöchiometrischer Werth*, verstehet man also jene Zahl, die das Gewicht von 1 Atom irgend eines Stoffes ausdrückt. So wäre z. B. die Atomzahl für die Substanz $X = 10$, die für $Y = 15$ (§. 15), und wenn demnach *X* oder *Y* für sich allein angeschrieben wären, so würde man folglich wissen, dass nur 1 Atom, oder 10 Theile *X* und 15 Theile *Y*, gemeint sey. Sollte hingegen mehr als 1 Atom bezeichnet werden, so würde diess, wie es bereits üblich ist, durch angemessene Zahlen geschehen, die man nach Umständen entweder wie Coefficienten oder wie Exponenten hinzufügte, oder unmittelbar über die Zeichen setzte. So lassen sich z. B. 3 Atome von X mit 3X, mit X^3 oder mit $\overset{3}{X}$ andeuten.

Die Atomzahlen der vorhin (§. 11) angeführten Stoffe sind leider zur Zeit noch nicht gefunden, weil die Stoffe selbst isolirt noch nicht dargestell twerden konnten (§. 13); doch können sie von den Atomzahlen der weiterhin vorkommenden Aräoide (§. 27) nur wenig verschieden seyn, weil das Aräon ein unendlich kleines, auf unsern gewöhnlichen Wagen verschwindendes Gewicht besitzet.

Es ist übrigens begreiflich, dass die absolute Grösse der Atomzahlen, da diese bloss das Verbindungsverhältniss verschiedener Stoffe bezeichnen sollen, willkürlich ist, und nach Belieben vergrössert oder verkleinert werden kann; wenn dabey nur das zwischen den Atomzahlen aller

Stoffe, durch die Erfahrung bestimmte gegenseitige Verhältniss nicht gestört wird. Es wird also im obigen Beyspiel z. B. die Atomzahl von *X*, anstatt 10 auch = 12 oder 3 oder 9 u. s. w. gesetzt werden können; nur wird man dabey verhältnissmässig auch die Atomzahl des *Y* und aller übrigen Stoffe vergrössern oder verkleinern müssen. Diese wird also im ersten Falle = 18, im zweyten = 4,5, im dritten endlich = 1,350 seyn.

Die hier vorgetragene Ansicht *Dalton's* wird die *Atomenlehre*, *atomistische Theorie*, *Corpusculartheorie*, genannt.

[J. *Dalton's* neues System des chemischen Theils der Naturlehre. Uebersetzt. v. *Wolff.* Berlin 1812. (§. 18 und 123).

Der atomistischen ganz entgegengesetzt ist die *dynamische Theorie*. Diese lehrt, dass dasjenige, was wir Materie, Stoff oder Körper nennen, nichts anders als das Resultat zweyer einander in entgegengesetzter Richtung begegnenden Kräfte, nähmlich der *expansiven* und *contractiven Kraft* sey, und begründet dem gemäss auch die Definition der chemischen Verbindung damit: *dass sich zwey* (dynamische) *Elemente* (im Moment der Verbindung) *gleichzeitig und gegenseitig auf das vollständigste durchdringen*, und dass *die Neutralisation ihrer entgegengesetzten Eigenschaften eben in dieser gegenseitigen Durchdringung bestehet.* — Da sich nun aber von dieser gleichzeitigen und gegenseitigen Durchdringung kein Mensch eine deutliche Vorstellung erwerben kann, und unklare, halbe Begriffe bey der Naturforschung gar leicht in verführende Irrwische übergehen, und überdem die dynamische Lehre für die bestimmten Verbindungsverhältnisse keinen Grund anzugeben vermag; so ist es dem Chemiker gerathener, sich an die atomistische Theorie zu halten, und die dynamische den Erforschern übersinnlicher Dinge zu überlassen (*M. At.* §. 20).]

§. 17. Wenn die Atomgrösse aller Stoffe vollkommen genau bestimmt wäre, und diese sich auch immer nur Atom gegen Atom miteinander verbänden; so wäre allerdings ein unermesslich grosser Schritt gethan, und die streng mathematische Behandlung der chemischen Wissenschaft ohne Zweifel in solcher Ausdehnung möglich: dass man aus einer einzigen Prüfung des Verhaltens irgend einer

unbekannten Substanz zu irgend einer andern von bekannten Eigenschaften, auch alle ihre Verbindungsverhältnisse zu allen übrigen Stoffen berechnen könnte. So ist es indessen nicht; denn nicht zu gedenken, dass man die Atomzahlen der Elemente noch gar nicht, sondern nur die ihrer Verbindungen aufgefunden hat; so finden wir auch diese, wie jede andere Eigenschaft der Körper (§. 3), bey einigen Substanzen von der Natur sehr scharf ausgesprochen, bey andern wieder weniger scharf, und bey noch andern endlich durch allmähliche Abstufung so sehr verwischt: dass auch die subtilsten Experimente zur Auffindung ihrer constanten Mischungsverhältnisse kaum mehr hinreichen. Zudem findet man keineswegs in allen Verbindungen 1 Atom des einen mit 1 Atom des andern Stoffes vereiniget; die Erfahrung lehrt vielmehr, dass sehr oft 1 Atom des einen Stoffes mit 1 oder 2, oder 3, oder 4 u. s. w. Atomen des andern Stoffes verbunden werden, und Mischungen von sehr verschiedenen Eigenschaften erzeugen kann. Es folgt daraus das nachstehende Gesetz.

§. 18. *Zweytes Verbindungsgesetz.* *Wenn sich zwey Stoffe A und B miteinander verbinden, so kann diess nur in folgenden Abstufungen geschehen:* 1 Atom *A* + 1 Atom *B*; 1 Atom *A* + 2 Atom *B*; 1 Atom *A* + 3 Atom *B*; 1 Atom *A* + 4 Atom *B*; u. s. fort. Auch dieses Gesetz wurde von *Dalton* entdeckt, und späterhin von Andern das *Gesetz der multiplen Verbindungen*, oder das *Gesetz der Multiplen* genannt; weil die Quantitäten von *B* in jenen Verbindungen sich wie 1 : 2 : 3 : 4 verhalten, und daher auch die drey letzten Glieder dieser Reihe = 2, 3, 4, durch das erste Glied = 1 ohne Rest dividirbar, und also *Vielfache* oder *Multipla* des ersten Gliedes sind. Es ist klar, dass durch solche zwischen denselben zwey Stoffen mögliche *Verbindungsstufen* verschiedener Art, die Lehre von den constanten (unwandelbaren) Verbindungsverhältnissen um vieles verwickelter werden muss; denn nicht nur werden, wenn

nun mehrere aus denselben zwey Stoffen, aber nach verschiedenen Mischungsverhältnissen zusammengesetzte Verbindungen existiren, mehrere derselben mit andern Körpern sich vereinigen, und die Anzahl höherer Zusammensetzungen bis ins Unendliche steigern können; sondern man wird, wenn auch bereits erwiesen ist, dass irgend eine Verbindung wirklich aus *A* und *B* zusammengesetzt sey, immer noch im schwer zu lösenden Zweifel bleiben: ob diese Verbindung gegen 1 Atom von *A*, 1, 2, 3, oder 4, u. s. w. Atome von *B* enthalte, und wie gross folglich 1 Atom von *B* sey? — Jedenfalls werden also durch diesen Umstand Modificationen des allgemeinen Verbindungsgesetzes herbeygeführt, die jedoch nur weiter unten (§. 51), näher zu beleuchten sind.

Dalton a. a. O.

[Man hat bisher durch Versuche viele Verbindungsverhältnisse aufgefunden, welche dem *Dalton*'schen Verbindungsgesetze nicht entsprechen, und ist dadurch veranlasset worden anzunehmen, dass sich 1 Atom von *A* auch mit $1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/6$, $2/3$, $1\,1/2$, und $2\,1/2$ Atomen von *B* verbinden, oder auch, dass sich 2 Atome von *A* mit 2, 3, oder 5 Atomen von *B* vereinigen könnten. Allein solche Annahmen sind wohl nicht zulässig, und würden, wie leicht einzusehen, bald das ganze System der chemischen Aequivalenz vernichten müssen. Indessen ist auch gegründete Hoffnung, dass sich bald alle diessfälligen Anomalien werden heben lassen. (*M. At.* §. 116).

Um diesen gebrochenen Verbindungsstufen auszuweichen, haben es mehrere Naturforscher, vor andern *Gay-Lussac*, *H. Davy* und *Meinecke* versucht, die Atomgrösse nicht nach dem Gewicht, sondern nach dem Volumen der Körper zu bemessen, und dabey in vielen Fällen einfachere Resultate gefunden; indem es sich bey mehreren Stoffen zeigte: dass wirklich 1 Volumen (Maass, oder Raumtheil) des einen Stoffes mit 1, 2, oder 3 Vol. (oder Maassen) des andern verbunden werde. Die Bestimmung des constanten Verbindungsverhältnisses nach dem Vol. wurde daher die *Volumstheorie* genannt. — Allein bald ergab es sich, dass auch hier in mehreren Verbindungen gebrochene Verhältnisse zum Vorschein kamen. Zudem mussten, um die Vergleichung herbeyführen zu können, in

den meisten Fällen entweder die gasförmigen Körper auf dasjenige Volumen, welches sie im festen Zustande besitzen würden, reducirt, oder die festen Körper in den gasförmigen Zustand hinüber calculirt werden; welches, wie begreiflich, mit nicht geringen Schwierigkeiten verknüpft war. Die Volumstheorie hat daher nicht zur allgemeinen Anwendung gelangen können. (*H. Davy*, Elemente des chem. Th. d. Naturwissensch. Berlin 1814. — *Meinecke* chem. Messkunst. Halle und Leipzig 1815)].

Dieses Gesetz der Multiplen hat sich nun bereits nicht nur in den meisten Fällen der Verbindung zweyer Stoffe bewährt, sondern man hat gerechten Anlass zu vermuthen, dass es sich auch bey höheren Verbindungen werde durchführen lassen.


§. 19. *Drittes Verbindungsgesetz. Alle Verbindungen der Stoffe in der Natur theilen sich in zwey Classen. Die einen können chemische Verbindungen des ersten Grades genannt werden, und entstehen immer durch Vereinigung von zwey gleich hoch zusammengesetzten Körpern. Die andern kann man chemische Verbindungen des zweyten Grades nennen, und sie entstehen durch Vereinigung von zwey ungleich hoch zusammengesetzten Körpern.*

Die nähere Untersuchung aller bekannten Verbindungen der Stoffe hat gelehrt, dass diese Verbindungen nicht immer nur aus zwey verschiedenen Stoffen, sondern oft sehr vielfach zusammengesetzt sind, und also 3, 4, 5 und mehr Stoffe enthalten können; doch lassen sie sich alle, so mannigfaltig sie auch seyn mögen, in Beziehung auf die Art ihrer Zusammensetzung in zwey grosse Classen theilen, die wir vorläufig durch die Benennungen *chemische Verbindungen des ersten* und *des zweyten Grades* unterscheiden.

§. 20. Bey den *chemischen Verbindungen des ersten Grades* spricht sich sehr deutlich das Gesetz aus: dass sich darin nur solche Körper mit einander verbunden haben, die selbst auf gleicher Stufe der Zusammensetzung stehen,

und dass folglich alle Verbindungen dieser Art entweder 2fach, oder 4fach, oder 8fach, oder 16fach, oder 32fach u. s. w. zusammengesetzt sind. Dieses *Gesetz der dualistischen Zusammensetzung* lässt sich, wenn man die Körper mit Buchstaben, und ihre Vereinigung durch das gewöhnliche + Zeichen und durch punctirte Linien andeutet, in einem allgemeinen, hier gegenüberstehenden Schema folgendermassen versinnlichen.

Man bemerkt hier (*A*), dass sich der Stoff *a* mit den Stoffen *b*, *c*, *d* und *e* paarweise vereinigen und die Verbindungen (*B*) $b+a$, $c+a$, $d+a$, und $e+a$ erzeugen kann. Diese auf der *ersten Stufe der Zusammensetzung* (I) stehenden Verbindungen können sich aber wieder paarweise verbinden, und erzeugen dann die höheren Verbindungen (*C*) $(b+a)+(c+a)$, $(d+a)+(c+a)$ und $(e+a)+(c+a)$. Diese auf der *zweyten Stufe der Zusammensetzung* (II) stehenden Körper können sich aber wieder paarweise vereinigen, und erzeugen die noch höheren Verbindungen (*D*) $((b+a)+(c+a))+((d+a)+(c+a))$ und $((e+a)+(c+a))+((d+a)+(c+a))$. Auch diese auf der *dritten Stufe der Zusammensetzung* (III) stehenden Verbindungen können sich eben so wieder paarweise vereinigen und erzeugen eine noch höhere Verbindung (*E*) $(((b+a)+(c+a))+((d+a)+(e+a)))+(((e+a)+(c+a))+((d+a)+(c+a)))$. Ja selbst ein solches auf der *vierten Stufe der Zusammensetzung* (IV) stehendes *E* kann sich wiederhohlt mit einem andern gleich hoch zusammengesetzten *E* vereinigen, und Verbindungen auf der *fünften Stufe der Zusammensetzung* erzeugen u. s. w. Mit Sicherheit hat man indessen die Mannigfaltigkeit solcher Verbindungen nur noch bis auf die *sechste* und *siebente Stufe* verfolgt. — Diese auf verschiedenen Stufen stehenden Verbindungen hat man, zur Bequemlichkeit bey Entwerfung chemischer Formeln, auch *zusammengesetzte Atome* genannt, und zwar die auf der ersten Stufe der Zusammensetzung:


A
B
C
D
E
b
a
b+a
c
a
c+a
d
a
d+a
c
a
c+a
e
a
e+a
c
a
c+a
d
a
d+a
c
a
c+a
(b+a)+(c+a)
(d+a)+(c+a)
(e+a)+(c+a)
(d+a)+(c+a)
((b+a)+(c+a))+((d+a)+(c+a))
((e+a)+(c+a))+((d+a)+(c+a))
(((b+a)+(c+a))+((d+a)+(c+a)))+(((e+a)+(c+a))+((d+a)+(c+a)))
A
B
I
C
II
D
III
E
IV

zusammengesetzte Atome der ersten Ordnung, die auf der zweyten Stufe: *zusammengesetzte Atome der zweyten Ordnung*, u. s. w. *Atome der* 3. 4. 5. 6. und 7. *Ordnung* u. s. w.

[Es ist hier sehr wohl zu bemerken, dass alle übrigen Chemiker, weil sie die unter *B* angezeigten Verbindungen noch als einfache Stoffe behandeln, mit der Angabe der zusammengesetzten Atome immer um 1 tiefer stehen; so zwar, dass ihre zusammengesetzten Atome der ersten Ordnung, denen der zweyten Ordnung der hier befolgten Ansicht gleich sind.]

Man sieht hieraus deutlich, wie sich immer nur gleich hoch zusammengesetzte Substanzen mit einander vereinigen, und so die höheren Verbindungen erzeugen. Nie wird man jedoch bey unzweifelhaften Verbindungen des ersten Grades finden, dass sich einer von den einfachen Stoffen *A* mit einer der Verbindungen *B*, *C*, *D*, *E*, oder ein *E* sich mit einem *A*, *B*, *C*, oder *D* vereinigen lässt. Und wenn sich wirklich ein solcher Fall zu ergeben scheinen sollte; so wird man sogleich gegen unsere richtige Erkenntniss der wahren Zusammensetzung des fraglichen Körpers Zweifel fassen, und zur näheren Untersuchung aufgefordert seyn müssen.


Man bemerkt ferner, dass die einfachen Stoffe *A*, so wie ihre Verbindungen *B*, *C*, *D*, alle zusammen die Bestandtheile von *E* sind, und nennet in dieser Beziehung die Verbindungen *D*, welche das *E* zunächst bilden, die *nähern Bestandtheile*, die einfachen Stoffe *A* hingegen die *entferntern Bestandtheile* von *E*. Eben so sind dann auch *C* die näheren und *A* die entferntern Bestandtheile von *D*; und endlich *B* die näheren und *A* die entferntern Bestandtheile von *C*.

Es zeigt sich endlich auch noch, dass man die Zusammensetzungen *B*, *C*, *D*, *E* allenfalls auch als 2, 3, 4, oder 5fache Verbindungen ansehen könnte; weil jedes *B* wirklich nur zwey, jedes *C* nur drey, jedes *D* nur vier, und *E* nur fünf an sich verschiedene Stoffe enthält. Allein

dadurch würde der reine Begriff von der chemischen Zususammensetzung der Körper verloren, und wie sich weiterhin noch zeigen wird, die consequente Erklärung der Erscheinungen unmöglich werden; die doch so leicht zu finden ist, wenn die wahren Gesetze, nach welchen solche Verbindungen vor sich gehen, rein und vollständig aufgestellt sind.

§. 21. Das im Vorigen erläuterte Gesetz der dualistischen Zusammensetzung bezieht sich jedoch, wie man sieht, nur auf die Anzahl der Bestandtheile, und keinesweges auf ihre Quantitäten. Diese können vielmehr sehr verschieden seyn, und unterliegen gänzlich dem Gesetze der Multiplen (§. 18). Der hohen Wichtigkeit dieses Gegenstandes wegen möge daher noch ein Beyspiel folgen, in welchem das (gegenüberstehende) Schema einer in der Natur wirklich vorkommenden Verbindung, des bekannten *Alauns* nähmlich, mit benannten Substanzen, und mit Bezeichnung der Multiplen, welche darin vorkommen, gegeben wird. Es sind dabey die im Alaun vorkommenden Stoffe durch chemische Zeichen (§. 11) (und auch mit ihren gewöhnlichen Benennungen), die Anzahl der Atome von jedem einfachen Stoffe hingegen ist über dem chemischen Zeichen desselben, und die Anzahl der Atome jedes zusammengesetzten Körpers an der Stelle der Exponenten durch Ziffern angedeutet.

Man findet in diesem Schema das Gesetz der Multiplen auf eine auffallende Weise nachgewiesen, ohne dass irgend ein gebrochenes Atom zum Vorschein kommt. Im *schwefelsauren Kalium - Alumiumoxyd* ist 1 Atom schwefelsaures Kaliumoxyd mit 2 Atomen schwefelsaurem Alumiumoxyd vereiniget. Im *schwefelsauren Kaliumoxyd* 1 Atom Kaliumoxyd mit 2 Atomen Schwefelsäure; im *schwefelsauren Alumiumoxyd* 1 Atom Alumiumoxyd mit 3 Atomen Schwefelsäure; im *Kaliumoxyd* 1 Atom Kaliumaräoid mit 2 Atomen Oxygenaräoid; im *Alumiumoxyd* 1 Atom Alumiumaräoid, mit 3 Atomen Oxygenaräoid; in der *Schwefelsäure* 1 Atom Schwefelaräoid mil 4 Atomen Oxygenaräoid, u. s. w.


A
K
(Kalium)
Ar^2
(Aräon)
O
(Oxygen)
Ar^x
(Aräon)
S
(Schwefel)
Ar^4
(Aräon)
O
(Oxygen)
Ar^x
(Aräon)
Al
(Alumium)
Ar^3
(Aräon)
O
(Oxygen)
Ar^x
(Aräon)
S
(Schwefel)
Ar^4
(Aräon)
O
(Oxygen)
Ar^x
(Aräon)
A
B
$K+Ar^2$
(Kaliumaräoid)
$O+Ar^x$
(Oxygenaräoid)
$S+Ar^4$
(Schwefelaräoid)
$O+Ar^x$
(Oxygenaräoid)
$Al+Ar^3$
(Alumiumaräoid)
$O+Ar^x$
(Oxygenaräoid)
$S+Ar^4$
(Schwefelaräoid)
$O+Ar^x$
(Oxygenaräoid)
B
I.
C
$(K+Ar^2)+(O+Ar^x)^2$
(Kaliumoxyd)
$(S+Ar^4)+(O+Ar^x)^4$
(Schwefelsäure)
$(Al+Ar^3)+(O+Ar^x)^3$
(Alumiumoxyd)
$(S+Ar^4)+(O+Ar^x)^4$
(Schwefelsäure)
C
II.
D
$((K+Ar^2)+(O+Ar^x)^2)+((S+Ar^4)+(O+Ar^x)^4)^2$
(Kaliumoxyd, schwefelsaures)
$((Al+Ar^3)+(O+Ar^x)^3)+((S+Ar^4)+(O+Ar^x)^4)^3$
(Alumiumoxyd, schwefelsaures)
D
III.
E
$(((K+Ar^2)+(O+Ar^x)^2)+((S+Ar^4)+(O+Ar^x)^4)^2)+(((Al+Ar^3)+(O+Ar^x)^3)+((S+Ar^4)+(O+Ar^x)^4)^3)^2$
(Schwefelsaures Kaliumoxyd - Alumiumoxyd)
E
IV.

Obwohl nun dieser Körper *E* nur 5 wesentlich verschiedene Bestandtheile, nähmlich: *Aräon*, *Oxygen*, *Schwefel*, *Kalium*, und *Alumium* enthält, so ist er dennoch 16fach zusammengesetzt: denn es kommt darin das Aräon 8mahl, das Oxygen 4mahl, der Schwefel 2mahl, und das Kalium und Alumium 1mahl vor; welches zusammen 16 beträgt. Solche Zusammensetzungen biethen sich in der Natur so häufig dar, dass man ihre Anzahl noch gar nicht kennet. Aber es findet sich auch eine sehr grosse Anzahl solcher Verbindungen, die auf den Zusammensetzungsstufen *B*, *C*, *D*, d. i. auf der *zweyten*, *dritten* und *vierten Stufe* stehen; wie z. B. die hier als entfernte und nähere Bestandtheile vorkommenden Substanzen: *Oxygenaräoid*, *Kaliumaräoid*, *Schwefelaräoid*, *Alumiumaräoid*, *Schwefelsäure*, *Kaliumoxyd*, *Alumiumoxyd*, *schwefelsaures Kaliumoxyd*, und *schwefelsaures Alumiumoxyd*. — Ja wir finden sogar mehrere Körper die durch die Verbindung von einem *E* mit noch einem andern *E* gebildet werden, und dann auf der 5. Stufe, oder auf der Stufe der 32fachen Zusammensetzung stehen, und je nachdem das eine *E* auf der Stufe *C* einen oder zwey Bestandtheile hat, die von jenen des andern *E* verschieden sind, 6 oder 7 an sich verschiedene Bestandheile enthalten können. Ein solches Beyspiel der 32fachen Zusammensetzung biethet uns der sogenannte *Doppelalaun* dar. — Noch vielfacher wird aber die Zusammensetzung, wenn ein solches doppeltes *E* wieder mit einem doppelten *E* vereiniget wird, u. s. w. Der mögliche Wechsel in der Anzahl der Bestandtheile wird dann immer grösser; so zwar, dass man also, wenn man die chemischen Verbindungen bloss nach der Anzahl ihrer heterogenen Bestandtheile classificiren wollte, die wahren, im gegebenen Schema ersichtlichen Gesetze der Zusammensetzung ohne Zweifel aus den Augen verlieren müsste. — Bey aller Vorsicht in der Anordnung wird aber auf den höheren Stufen der Zusammensetzung die diessfällige Complication immer

grösser, daher auch die Unterscheidung jener Gesetze immer schwieriger, und endlich, wenn die Schranken erreicht sind (§. 3) höchst zweifelhaft.

§. 22. Die *chemischen Verbindungen des zweyten Grades* (§. 20) hingegen entsprechen dem Gesetze der dualistischen Zusammensetzung nicht. Die Erfahrung lehrt vielmehr, dass sich zu solchen Verbindungen nicht nur Körper von allen Zusammensetzungsstufen mit einander vereinigen lassen, sondern dass auch die quantitativen Verhältnisse, in welchen jene Körper aufgenommen werden, keinesweges so ausgezeichneten Gesetzen folgen, als diess bey den Verbindungen des ersten Grades geschieht. Die ganze Gesetzmässigkeit reducirt sich nähmlich nur darauf, dass in solchen Verbindungen der eine Körper von dem andern mehr oder weniger bis zu einem gewissen Maximum aufnehmen kann; über welchem dann nichts mehr aufgenommen wird. Das Nähere hierüber wird weiterhin (§. 108) noch vorkommen.

[Als vorläufiges Beyspiel dient das Wasser, welches bis zu einem gewissen Maximum Zucker aufnehmen kann, aber sodann noch mehr davon nicht aufnimmt. Das Wasser vermag aber auch Körper von sehr verschiedenen Stufen der Zusammensetzung im 2. Grade der chem. Verbindung aufzunehmen; so z. B. alle im obigen Schema (§. 21) vorkommenden Verbindungen, mit Ausnahme des Kalium - Alumium - und Schwefel - Aräoids.]

§. 23. *Viertes Verbindungsgesetz. Wenn sich zwey zusammengesetzte Körper A und B zu einer chemischen Verbindung des ersten Grades vereinigen, so geschieht dieses immer auf die Art, dass einer A als activer, der andere hingegen B als passiver Factor auftritt; indem sich 1 Atom des activen Factors (A) mit so vielen Atomen des passiven Factors (B) verbindet, als jenes (1 Atom A) in seiner eigenen Zusammensetzung passive Atome enthält. — Wird mehr von B aufgenommen, so beträgt diess gewöhnlich zwey oder 4mahl so viel als in der normalen Verbindung, und eine solche Verbindung zeigt dann die vorwaltenden Eigenschaf-*

ten des passiven Factors. Wird hingegen weniger von B aufgenommen, so ist die Menge nur $^1/_2$ *oder* $^1/_3$ *(seltener* $^2/_3$*) von derjenigen, die die normale Verbindung enthält, und eine solche Verbindung zeiget dann die vorwaltenden Eigenschaften des activen Factors.*

Beweise für dieses Gesetz liefert uns schon das oben (§. 21) vorkommende Schema in allen seinen Verbindungsgliedern. Wir bemerken darin auf der IV. Stufe der Zusammensetzung das schwefelsaure Kaliumoxyd - Alumiumoxyd; welches als activen Factor 1 Atom schwefelsaures Kaliumoxyd, als passiven hingegen 2 Atome schwefelsaures Alumiumoxyd, und eben darum auch im schwefelsauren Kaliumoxyd 2 Atome Schwefelsäure enthält. Eben so enthält das schwefelsaure Kaliumoxyd 1 Atom Kaliumoxyd und 2 Atome Schwefelsäure, und im Kaliumoxyd 2 Atome Oxygenaräoid. Es enthält ferner das schwefelsaure Alumiumoxyd 1 Atom Alumiumoxyd und 3 Atome Schwefelsäure; aber auch im Alumimoxyd 3 Atome Oxygenaräoid.

Die hier angeführten Verhältnisse hat bereits die Erfahrung nicht nur bey dem schematisch dargestellton Körper (§. 21), sondern auch in unzähligen andern Fällen vollkommen bestätiget. Das Gesetz selbst ist aber von der höchsten Wichtigkeit; weil man nach demselben von den bekannten Gliedern einer Zusammensetzung auch auf die noch unbekannten schliessen kann; wie dieses auch im vorliegenden Beyspiele (§. 21) geschehen ist. Man hat nähmlich, obgleich diess durch die Erfahrung noch nicht ausgemittelt werden konnte, bloss aus den vorhin genannten Gliedern geschlossen, dass das Kaliumaräoid 2, das Alumiumaräoid 3, und das Schwefelaräoid 4 Atome Aräon enthalten müsse; weil sich 1 Atom des erstern mit 2, des zweyten mit 3, und des dritten mit 4 Atomen Oxygenaräoid verbindet.

Welcher Bewandtniss diejenigen Verbindungen unterliegen, in welchen mehr oder weniger Atome des passiven

Factors aufgenommen werden, wird weiterhin noch vorkommen.

§. 24. Den hier angedeuteten Gesetzen entsprechend sind nun alle Naturkörper zusammengesetzt, und sie lassen sich demnach zweckmässig eintheilen in *a*) *chemische Verbindungen des ersten Grades*; und *b*) *chemische Verbindungen des zweyten Grades* (§. 19).

a) Chemische Verbindungen des 1. Grades.

§. 25. *Chemische Verbindungen des ersten Grades* sind nach den bereits gegebenen Erläuterungen alle diejenigen, welche dem Gesetze der dualistischen Zusammensetzung (§. 20) entsprechen, und zugleich nicht gegen das Gesetz der Multiplen (§. 18) verstossen. Diese Verbindungen lassen sich aber noch weiter eintheilen in: *Verbindungen auf der ersten, zweyten, dritten u. s. w. Stufe der Zusammensetzung;* die man in der Atomenlehre, wenn sie als Einheiten angesehen werden, aber auch *zusammengesetzte Atome der ersten, zweyten, dritten, u. s. w. Ordnung* nennet.

[Hier ist wohl zu bemerken, dass alle übrigen Chemiker, die Körper der ersten Stufe der Zusammensetzung noch als einfache Stoffe behandeln, und folglich ihre zusammengesetzten Atome immer um eine Stufe tiefer stehen als hier.]

aa) *Verbindungen auf der 1. Stufe der Zusammensetzung.* (Zusammengesetzte Atome der ersten Ordnung).

§. 26. Die erste Stufe der Zusammensetzung umfasset alle jene Verbindungen, die durch Vereinigung des *Aräons* mit allen übrigen Stoffen entstanden sind. Es sind diejenigen, die man bisher irriger Weise für einfache Stoffe angesehen (§. 13), und *Oxygen*, *Hydrogen*, *Bley*, *Silber*, *Gold*, u. s. w. genannt hat; obwohl sie wirklich aus zweyen, nähmlich aus *Aräon* und den im isolirten Zustande gar nicht bekannten Substanzen, Oxygen, Hydrogen, Bley, Silber, Gold, u. s. w. zusammengesetzt sind, und daher nothwendiger Weise *Oxygen-*, *Hydrogen-*, *Bley-*, *Silber-* und

Goldaräoid u. s. w. heissen sollten. — Wenn wir aber dennoch in der Folge die abgekürzten Benennungen Oxygen, Hydrogen u. s. w. zur Bezeichnung solcher Verbindungen gebrauchen werden; so geschieht diess einzig und allein, um von dem üblichen Sprachgebrauche nicht abzuweichen, und zugleich den Vortheil der Abkürzung zu geniessen. Es kann diess auch um so leichter geschehen, da man ein für allemahl weiss, dass sich kein einziger der übrigen Stoffe vom Aräon gänzlich abscheiden lässt. Nur muss man beym Gebrauch der chemischen Zeichen auf das Aräon nie vergessen, sondern dasselbe mit bezeichnen; damit es bey vorkommenden Erklärungsfällen gehörig angedeutet werden könne. Diese Absicht wird man zwar am einfachesten erreichen, wenn man die das Aräon und den andern damit zu verbindenden Stoff, andeutenden Zeichen durch das + Zeichen dergestalt verbindet, dass der active Factor vorangehet, und also eine Verbindung von 1 Atom O mit 1 Atom Ar mit O + Ar, eine Verbindung von 1 Atom O mit 2 Atomen Ar mit O + 2 Ar oder OAr^2 bezeichnet. Da jedoch bey diesem Verfahren die Bezeichnung sehr zusammengesetzter Körper auch sehr weitläuftig werden müsste; so wird man eine bedeutende Abkürzung erlangen — und zugleich das bisherige System der chemischen Bezeichnung ungestört lassen — wenn man das Zeichen des Aräons gänzlich hinweglässt, und die Atome dieses so häufig vorkommenden Stoffes, unterhalb der Zeichen der damit verbundenen Stoffe, mit so viel Puncten andeutet als Aräonatome vorhanden sind. So würde demnach im vorigen Beyspiele O + Ar mit $\underset{\cdot}{O}$, O + 2 Ar oder OAr^2 mit $\underset{\cdot\cdot}{O}$ zu bezeichnen seyn. Da aber ferner auch sehr viele Fälle vorkommen, wo die Anzahl der Aräonatome noch gar nicht bekannt ist, und man also nach der üblichen Methode z. B. O + x Ar, oder OAr^x schreiben müsste; so wird man auch für diese Fälle Bedacht nehmen müssen, und die unbekannte Anzahl der Aräonatome an der Stelle der Puncte

mit einem horizontalen Strich andeuten können, z. B. $O\overset{x}{Ar} = \underline{O}$.

[Hier ist es am Orte, die bereits isolirt dargestellten Aroide in Augenschein zu nehmen; damit man vorläufig den Begriff ihrer grossen Verschiedenheit erfasse.]

§. 27. Die auf der ersten Stufe der Zusammensetzung stehenden Verbindungen des Arons, die man *Aräoide* nennen kann, sind nun die einfacheste Form auf welche es bisher möglich gewesen ist, die Bestandtheile der Naturkörper zurück zu führen. Nur wenige derselben finden sich jedoch abgesondert in der Natur vor, wie z. B. das Gold, Silber u. s. w.; bey weitem die meisten hingegen findet man nur in höheren Zusammensetzungen, aus welchen sie indessen oft, aber nicht immer, durch die Kunst abgeschieden werden können. — An diesen Aräoiden ist es nun auch möglich gewesen, ihre Atomzahlen (§. 16) zu bestimmen, so wie sie in der folgenden Tafel der Aräoide zusammengestellt sind.

Man hat dabey die Atomzahl des Oxygenaräoids = 100 gesetzt, und alle übrigen mit dieser Zahl ins gehörige Verhältniss gebracht; so wie diese Zahlen überhaupt in diesem Werke gebraucht werden sollen. — In einer zweyten Rubrik sind indessen die Atomzahlen auch in der Art beygefügt worden, wie sie sich gestalten, wenn man das Hydrogen = 1 setzt.

[Eine solche Verschiedenheit der Atomzahlen findet man auch jetzt schon in chemischen Werken vor: denn, indem man es für zweckmässig hielt (so wie es in Beziehung auf die Dichtheit der Körper geschieht), die Atomzahl irgend eines Stoffes = 1 zu setzen, und die Atomzahlen aller übrigen Stoffe auf diese Einheit zu beziehen, hatten verschiedene Gelehrte nicht nur verschiedene Stoffe zur vergleichenden Einheit, sondern auch die Zahl dieser Einheit in verschiedener Grösse gewählt. So z. B. setzte *Dalton* die Atomzahl des Hydrogens = 1, *Wollaston* die Zahl des Oxygens = 10, *Bischoff* = 1, *Berzelius* = 100: nach welchen Zahlen sodann auch eine verhältnissmässige Verschiedenheit der Atomzahlen aller übrigen Stoffe,

zugleich aber auch die grösste Vorsicht nothwendig wird, damit man diese verschiedenen Ausdrücke nicht miteinander verwechsele.]

Tabellarische Uebersicht der Aräoide.

Benennung.	Chemische Formel.	Atomzahl. das Oxygenaräoid = 100.	Atomzahl. das Hydrogenaräoid = 1.
Oxygenaräoid	O	100,000	8,013
Hydrogenaräoid	H	12,4796	1,000
Azotaräoid	A	77,036	6,173
Fluoraräoid	F	33,800	2,709
Muriumaräoid	M	142,650	11,431
Bromaräoid	Br	678,300	54,353
Jodaräoid	I	1278,290	102,431
Carbonaräoid	C	52,874	4,237
Boronaräoid	B	271,966	21,793
Phosphoraräoid	P	46,155	3,699
Schwefelaräoid	S	101,165	8,107
Selenaräoid	Se	394,582	31,619
Kaliumaräoid	K	979,832	78,519
Sodiumaräoid	Na	581,794	46,620
Lithiumaräoid	L	162,640	13,032
Baryumaräoid	Ba	1713,760	137,325
Strontiumaräoid	Sr	1094,570	87,709
Calciumaräoid	Ca	512,038	41,030
Magniumaräoid	Mg	316,706	25,378
Alumiumaräoid	Al	342,334	27,431
Glyciumaräoid	Be	662,958	53,123
Yttriumaräoid	Y	803,680	64,395
Zirkoniumaräoid	Zr	840,476	67,348
Thoriumaräoid	Th	1489,800	119,378
Siliciumaräoid	Si	277,478	22,235
Arsenikaräoid	As	420,042	33,658
Antimonaräoid	Sb	1612,904	129,243

Benennung.	Chemische Formel.	Atomzahl. das Oxygenaräoid = 100.	Atomzahl. das Hydrogenaräoid = 1.
Zinnaräoid	Sn	735,294	58,919
Telluraräoid	Te	806,452	64,621
Osmiumaräoid	Os	1244,210	99,699
Chromaräoid	Cr	351,819	28,192
Vanadiumaräoid	V	855,840	68,579
Scheelaräoid	W	1183,200	94,812
Molybdänaräoid	Mo	598,525	47,960
Bleyaräoid	Pb	2588,996	207,458
Tantalaräoid	Ta	2307,430	184,896
Manganaräoid	Mn	691,800	55,434
Zinkaräoid	Zn	806,452	64,621
Cadmiumaräoid	Cd	1393,534	111,665
Eisenaräoid	Fe	678,426	54,363
Kobaltaräoid	Co	737,982	59,135
Nickelaräoid	Ni	739,350	59,245
Kupferaräoid	Cu	791,390	63,415
Wismutharäoid	Bi	2660,752	213,208
Uranaräoid	U	5422,720	434,527
Titanaräoid	Ti	303,686	24,335
Ceriumaräoid	Ce	1149,436	92,105
Mercuraräoid	Hg	2531,644	202,863
Silberaräoid	Ag	2703,214	216,611
Goldaräoid	Au	2486,026	199,207
Platinaräoid	Pt	1233,260	98,822
Palladiumaräoid	Pd	665,840	53,354
Rhodiumaräoid	R	1302,800	104,394
Iridiumaräoid	Ir	1233,260 ?	98,822 ?

[Die beygefügten Atomzahlen hat man nach den früheren Untersuchungen von *Berzelius* abgeleitet. Doch sind mehrere derselben zweymahl so gross genommen worden, und andere wieder aus dem Grunde kleiner; weil der Verfasser mehrere jener Körper, die *Berzelius* als einfache Stoffe behandelte, als zusammengesetzte Körper betrachten zu müssen glaubt (s. §. 10 und auch. *M. At.*).]

§. 28. Wir finden auf dieser ersten Stufe der Zusammensetzung, dass sich ein einziger Stoff, das Aräon, allen übrigen Stoffen gegenüber stellet; indem er sich mit allen verbindend, die Aräoide erzeugt, und eben dadurch verhindert, dass sich dieselben nicht untereinander Paarweise zu Verbindungen der ersten Stufe der Zusammensetzung vereinigen können. — Schon durch diesen Umstand allein muss sich das Aräon zum thätigsten unter allen Stoffen erheben, und jene auffallenden Erfolge herbeyführen; an welchen man so leicht irre werden kann, wenn sie übersehen werden. Ein und derselbe Stoff kann aber in mehreren Verhältnissen mit dem Aräon verbunden werden, was wieder eine ganze Reihe auffallender Erscheinungen erklärt. Diese verschiedenen Abstufungen der Aräoide eines und desselben Stoffes können indessen ihre nähere Beleuchtung nur erst bey der monographischen Abhandlung jener Stoffe selbst finden. — Sie sind daher in der Tafel (§. 27) nur unbestimmt (durch einen Strich, s. §. 26) angedeutet worden. Es bedeutet demnach $\underline{A}u$ die Verbindung von 1 Atom Gold mit einer unbestimmten Anzahl von Aräonatomen u. s. w.; $\underline{A}u^3$ bedeutet 3 Atome dieser Verbindung und s. w. Es ist auch nach der Tabelle (§. 27) die Atomzahl von $\underline{A}u = 2486{,}026$; das Gewicht für 3 Atome $\underline{A}u$ oder $\underline{A}u^3 = 2486{,}026 \times 3 = 7458{,}078$ u. s. w.

§. 29. Oft schon hat man es versucht, diese Aräoide (oder sogenannten einfachen Stoffe) nach ihren Eigenschaften mit Consequenz in eine zusammenhängende Reihe zu stellen; allein vergeblich war jedesmahl diese Mühe: denn möge man die chemische Verwandtschaft oder das Atomgewicht, den Aggregatszustand oder die Dichtheit, die Farbe oder was immer für eine Eigenschaft jener Aräoide zur Grundlage der Anordnung wählen; so wird man zwar nach jeder dieser Eigenschaften eine Reihe formiren können, die jedoch mit allen nach den übrigen Eigenschaften construirten Reihen im grössten Widerspruche stehen wird. —

Eben in dieser scheinbaren Unordnung ist aber mit höchster Weisheit die rastlose Thätigkeit der schaffenden Natur begründet; denn jeder Impuls, möge er wie immer beschaffen seyn, muss eben darum auf verschiedene Stoffe nach verschiedenen Gesetzen einwirken und die mannigfaltigsten Erfolge herbeyführen. Eine und dieselbe Kraft in einem und demselben Maasse thätig, wird den einen Stoff zur höchsten Zusammensetzung mit andern Stoffen emporheben; während sie den andern aus allen seinen Verbindungen isolirt, und einen dritten — welcher vielleicht bey jeder andern Veranlassung, unter allen der thätigste seyn würde — kaum noch zu irgend einer schwachen Kraftäusserung auzuregen vermag.

Der unbefangene Beobachter sieht nun zwar wohl ein, dass eben in diesen scheinbaren Missverhältnissen die schönste Ordnung begründet, und keiner unter jenen Körpern der erste, und keiner der letzte sey; dass daher die Ordnung, in welcher sich die verschiedenen Stoffe aneinander reihen lassen, immer ein in sich selbst sich verlierender Kreis seyn müsse; dass aber für jede Eigenschaft der Körper auch ein eigener Kreis formirt, und aus allen diesen Kreisen ein allgemeines System, ähnlich dem, durch welches der Lauf der Weltkörper vorgestellt wird, gebildet werden müsse: wenn das chemische Wirken in der Natur auf eine des Gegenstandes würdige Weise versinnlichet werden soll. Aber er kann es nicht wagen, dieses System jetzt schon aufzustellen: denn noch wissen wir nicht, wie viele Elemente uns als Glieder der einzelnen Kreise fehlen, und wie viele der jetzt noch für einfach gehaltenen Stoffe dereinst als zusammengesetzt erkannt, und aus der Reihe der Elemente verschwinden werden. Aus diesem Grunde sind denn auch vorhin die Aräoide in solcher Ordnung aufgestellt worden, dass diejenigen, welche nach unserem bisherigen Wissen am häufigsten in Beziehung kommen, vorangehen; damit, so lang es an einer auf hö-

hern Ansichten gegründeten Ordnung fehlen muss, wenigstens eine Erleichterung des Studiums gewonnen werde.

§. 30. Eben so oft hat man es versucht, die Aräoide in verschiedene Classen und Ordnungen einzutheilen, und dabey bald von den physischen, bald von den chemischen Eigenschaften derselben das Prinzip der Eintheilung abgeleitet. Allein auch diese Absicht musste wohl an den vorhin erwähnten Umständen scheitern, und schnell, so wie sich unsere Kenntnisse erweiterten, eine Classification der andern weichen. — Es ist noch nicht gar lange her, dass man, nach mehreren Abänderungen, die sogenannten unzerlegten Stoffe, in *edle* und *unedle Metalle*, *Erden*, *Alkalien*, *Säuren*, *brennbare Substanzen* und *Atmosphärilien* eintheilte: aber sehr bald nachher — als man bemerkte, dass der Unterschied zwischen edlen und unedlen Metallen eben so wenig definirt werden konnte, als jener zwischen Erden und Alkalien — alle Metalle in eine Abtheilung zusammenwarf; während man die Erden in *alkalische* und *gemeine* Erden zerfallen liess, u. s. w.

Doch auch diese Anordnung konnte nicht lange bestehen, denn es ergab sich nach und nach: dass alle in der Erdatmosphäre verbreiteten Stoffe, auch in den Körpern der übrigen Classen vorfindig seyen; dass die Metalle in die Reihe brennbarer Körper gehörten; und dass den bis dahin angenommenen Stoffen auch noch einige andere, in chemischer Hinsicht höchst thätige Materien, nähmlich das *Licht*, die *Wärme*, und die *Elektricität* zugezählt werden müssten. Und so häufte sich in einem kurzen, aber für die Wissenschaft höchst erfolgreichen Zeitraum immer eine Erfahrung auf die andere; bis man endlich in neuerer Zeit auch in den Erden und Alkalien metallische Grundlagen entdeckte, und dadurch auch diese zahlreiche Classe von Körpern in das Reich der brennbaren Stoffe versetzt wurde. Seitdem haben vorzüglich zwey Classificationen Beyfall gefunden.

Nach der einen zerfallen sämmtliche sogenannte Elementarstoffe, d. i. die Aräoide, in folgende Classen:

a) *Imponderabilien*, *Incoercibilien* (das ist: unwägbare Stoffe, uneinschliessbare Stoffe); dahin zählt man: den *Wärmestoff*, das *Licht*, die *elektrische Materie*, die *galvanische Materie*, und die *magnetische Materie.*

b) *Ponderabilien* (das ist wägbare Stoffe); dahin zählt man alle übrigen, und theilt sie wieder ein, in:

aa) *Nicht metallische Stoffe.* Dahin zählt man: das *Oxygen*, *Hydrogen*, *Azot*, *Fluor*, *Murium*, *Brom*, *Jod*, *Carbon*, *Boron*, den *Phosphor*, *Schwefel* und das *Selen.*

bb) *Metallische Stoffe*, welche wieder in zwey Abtheilungen gebracht werden, nähmlich in:

aaa) *Metalloide* (leichte Metalle, neue Metalle) als: das *Kalium*, *Sodium*, *Lithium*, *Baryum*, *Calcium*, *Magnium*, *Alumium*, *Glycium*, *Yttrium*, *Zirkonium*, *Thorium* und *Silicium.*

bbb) *Metalle* (alte Metalle, schwere Metalle), als: das *Arsenik*, *Antimon*, *Zinn*, *Tellur*, *Osmium*, *Chrom*, *Vanadium*, *Scheel*, *Molybdän*, *Bley*, *Tantal*, *Mangan*, *Zink*, *Cadmium*, *Eisen*, *Kobalt*, *Nickel*, *Kupfer*, *Wismuth*, *Uran*, *Titan*, *Cerium*, *Mercur*, *Silber*, *Gold*, *Platin*, *Palladium*, *Rhodium und Iridium.*

[In neuerer Zeit haben mehrere Chemiker auch die oben unter b), aa) aufgeführten nicht metallischen Stoffe — obwohl sie aller metallischen Eigenschaften entbehren — den Metalloiden zugezählt; bey diesen zerfallen also alle Stoffe nur in Metalle und Metalloide (mit Ausnahme jedoch der Imponderabilien)].

Nach der zweyten Classification zerfallen alle Stoffe nur in zwey Abtheilungen, nähmlich in:

a) *positiv-elektrische*, und

b) *negativ-elektrische Stoffe.*

Schon jetzt schwinden aber die Vortheile, die man bey diesen Eintheilungen zu erreichen gehofft hat; denn auch hier behauptet sich das allgemeinste Naturgesetz (§. 3). Schon jetzt kennen wir mehrere Stoffe, mit welchen wir verlegen sind, ob sie, in dem ersten der angeführten Systeme, den metallischen oder nicht metallischen Stoffen, oder ob sie den Metallen oder Metalloiden zuzuzählen seyen; so wie die Erfahrung auf der andern Seite auch zeiget: dass in Beziehung auf das zweyte System, jeder Körper, welcher gegen einen andern negativ-elektrisch ist, gegen einen dritten positiv-elektrisch seyn kann; woraus aber folget: dass sich endlich alle Stoffe in solcher Ordnung aneinander reihen, dass jeder gegen den vorhergehenden negativ-, gegen den nachfolgenden hingegen positiv-elektrisch ist, und also am Ende nur ein einziger allen übrigen als positiv oder negativ entgegengesetzt bleibt, und mithin für die zweckmässige Unterabtheilung nichts gewonnen wird.

§. 31. In diesen Umständen liegt der Grund, um dessentwillen die Aräoide im Vorigen (§. 11) in einer zusammenhängenden Reihe aufgestellt worden sind. Es wird aber dessen ungeachtet in der Folge — jedoch einzig und allein, um dem Gedächtniss einigermassen zu Hülfe zu kommen — nachstehende Eintheilung befolgt werden.

a) *Nichtmetallische Stoffe*, wozu die §. 11 von Zahl 1 bis 13 gehören.

b) *Metallische Stoffe*, welche wieder zerfallen, in:

aa) *Metalloide*, wozu die von Zahl 14 bis 26, und

bb) *Metalle*, wozu die von 27 bis 55 zu zählen sind.

[Es ist bey dieser Eintheilung die Classe der Imponderabilien hinweggelassen, weil aus weiterhin vorkommenden Gründen folget, dass man an die Unwägbarkeit solcher Dinge nicht glauben soll, deren Daseyn sinnlich wahrzunehmen ist; und weil daher jene Stoffe nur *ungewogene Stoffe* heissen müssen; was sich aber als Ueberschrift einer eigenen Classe von Körpern nicht wohl ausnehmen würde.]

Die auf der ersten Stufe der Zusammensetzung stehenden Aräoide sind nun wieder fähig, sich paarweise mit einander zu vereinigen, und erzeugen so die zweyte Stufe der Zusammensetzung. (§. 20 *C.*)

[Hier ist es am Orte, mit den auf der zweyten Stufe der Zusammensetzung stehenden Körpern durch den Augenschein bekannt zu werden.]

bb) *Verbindungen auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.*

(Zusammengesetzte Atome der zweyten Ordnung.)

§. 32. Wir bemerken an den auf der zweyten Stufe der Zusammensetzung stehenden Körpern zunächst, dass sich hier keinesweges (wie auf der ersten Stufe das Aräon) einer derselben allen übrigen entgegen stellet; sondern dass jeder insbesondere mit allen oder doch vielen andern verbunden werden, und mithin keiner so vorherrschend auftreten kann, wie dort das Aräon. Eine nähere Prüfung der auf dieser Stufe stehenden Verbindungen lehrt indessen bald, dass auch hier, dem allgemeinsten Naturgesetze (§. 3) folgend, immer ein Körper thätiger auftritt als der andere, und eben dadurch eine unendliche Mannigfaltigkeit der Eigenschaften bedingt wird. Aber sehr deutlich spricht sich dennoch die Regel aus: *dass diese Verbindungen um so energischer sind, nach um so schärfer bestimmten Mischungsverhältnissen Statt finden, und in ihren Eigenschaften um so mehr von den Eigenschaften ihrer Bestandtheile abweichen; je verschiedener die Eigenschaften dieser letztern gewesen sind.*

Unter allen am meisten ausgezeichnet findet man in dieser Hinsicht die *Verbindungen des Oxygens.* Das Oxygen, in seinen Eigenschaften den übrigen Stoffen so sehr entgesetzt, ist gerade derjenige Körper, welcher mit allen übrigen ohne Ausnahme Verbindungen eingehet; und diese Verbindungen erscheinen auch um so energischer, und um so bestimmter in ihren quantitativen Mischungsverhältnissen

und um so abweichender in ihren Eigenschaften, je weiter die in Verbindung tretenden Substanzen ihren Eigenschaften nach in der Reihe der Körper vom Oxygen entfernt sind.

Bey weitem weniger scharf sind die *Verbindungen des Schwefels* und *Phosphors* mit Metallen ausgesprochen. Diese beyden Stoffe verbinden sich kaum mit allen andern Stoffen energisch. Es ist schon schwierig die Verhältnisse aufzufinden, nach welchen sie sich mit Metallen chemisch vereinigen, und diese Verbindungen sind bey weitem nicht so energisch als jene des Oxygens, und ihre Eigenschaften halten gewöhnlich das Mittel zwischen denen der Zuthaten.

In den *Verbindungen der Metalle mit Metallen* endlich, also bey Körpern die einander sehr ähnlich sind, die sich jedoch durchaus nicht alle mit einander vereinigen lassen, ist das Mischungsverhältniss auf directem Wege kaum zu bestimmen. Man kann in den meisten Fällen von beyden Zuthaten so viel nehmen als man will, und dennoch wird die Vereinigung erfolgen. Aber diese Verbindungen sind auch weniger energisch als alle vorerwähnten, und in mehreren Fällen schon durch die Schmelzung zu zerlegen, und ihre Eigenschaften weichen nur wenig von denen der Bestandtheile ab.

[Diese Sätze zu erweisen reichen schon die Verbindungen aus *Oxygen und Schwefel*, aus *Schwefel und Bley*, und aus *Bley und Zinn* vollkommen hin; die erste unter diesen Verbindungen $= \underline{S} + \underline{O}^4$ ist im höchsten Grade scharf und sauer, und weder einem noch dem andern ihrer beyden geschmacklosen Bestandtheile ähnlich. Die zweyte vereiniget die Zerbrechlichkeit und Sprödigkeit des Schwefels mit dem metallischen Glanze des Bleyes. Die dritte endlich ist nach ihren Eigenschaften kaum von ihren Bestandtheilen zu unterscheiden.]

§. 33. Dieselbe Verschiedenheit in den Eigenschaften, welche an den Doppelverbindungen aus ganz verschiedenen Stoffen wahrzunehmen ist, findet sich aber nicht nur

auch in jenen Verbindungen, die ein und derselbe Körper mit verschiedenen andern eingehet; sondern selbst in jenen, die dieselbe Substanz mit einer und derselben andern Substanz, aber unter *verschiedenen* Mischungsverhältnissen bildet, wieder vor; und auch hier findet man das Oxygen (aräoid) am meisten ausgezeichnet. Man bemerkt, dass dasselbe mit einigen Substanzen Verbindungen erzeugt, die pulverig, erdähnlich, zerreiblich, geschmacklos, undurchsichtig, ohne metallischen Glanz, und im Wasser unauflöslich sind; während es mit noch andern Substanzen Producte bildet, die bald fest, bald flüssig, durchsichtig und im Wasser auflöslich sind, und mit grosser Heftigkeit auf die Organe des Geschmacks wirken.

Diese letztern, die auflöslichen nähmlich, weichen wieder nach einer allmählichen Abstufung unter sich so sehr in den Eigenschaften ab, dass sie endlich einander vollkommen entgegengesetzt erscheinen. — So finden sich unter den Oxygenverbindungen welche, die einen ausgezeichnet *sauren* Geschmack besitzen, und die blauen Pflanzenfarben ins Rothe umwandeln; während wieder andere einen entgegengesetzt scharfen Geschmack, den man *laugenhaft*, *alkalisch* nennet, äussern, und die blauen Pflanzensäfte grün färben, oder die durch jene ersteren gerötheten wieder ins Blaue umwandeln, und sich also nach diesen Eigenschaften als vollkommen entgegengesetzt bewähren. Noch mehr wird dieser Gegensatz endlich durch die Erfahrung bestätiget, dass gerade dann die festesten Verbindungen einer noch höheren Stufe der Zusammensetzung entstehen, wenn eine saure mit einer alkalischen Substanz vereiniget wird.

§. 34. Man hat die erstern der vorhin erwähnten Verbindungen des Oxygens, nähmlich die im Wasser unauflöslichen, in der frühern Zeit theils *Erden*, theils *Oxyde* genannt; die im Wasser auflöslichen hingegen, wenn sie die blauen Pflanzenfarben grün färbten *Laugensalze*, oder

Alkalien, und wenn sie jene Farben rötheten *Säuren* genannt. Als aber in der Folge die Zusammensetzung der Erden und Alkalien entdeckt, und ihre Analogie mit den Oxyden der Metalle erkannt wurde, theilte man alle Oxygenverbindungen, mit sehr wenigen Ausnahmen, in zwey Theile, nähmlich in *Oxyde* oder *Basen*, und in *Säuren*; indem man jene Verbindungen, die im Wasser unauflöslich sind, entweder den Säuren oder den Basen zuzählte: je nachdem sie sich vorzugsweise entweder mit bereits bekannten Oxyden, oder mit den bekannten Säuren verbinden liessen, und somit ihren Gegensatz (§. 33) bewährten. — Dieser Eintheilung gemäss wurden dann auch die Benennungen solcher Verbindungen aus den Nahmen der Zuthaten construirt; indem man z. B. die saure Verbindung aus Schwefel und Oxygen *Schwefelsäure*, und die alkalische Verbindung aus Kalium und Oxygen *Kaliumoxyd* (s. §. 21) nannte.

§. 35. Bald musste man aber bey den Benennungen der Oxygenverbindungen auch noch weitere Distinctionen zu bezeichnen suchen; denn es zeigte sich, dass sehr oft eine und dieselbe Substanz mit dem Oxygen sich in mehr als einem Verhältnisse verbinden, und sogar mehrere Säuren oder Oxyde, ja wohl auch Säuren und Oxyde von sehr abweichenden Eigenschaften erzeugen könne. — Zuerst suchte man diese verschiedenen Abstufungen durch eine Abänderung in der Endsylbe anzudeuten; indem man das weniger Oxygen enthaltende Oxyd in *ul*, die weniger Oxygen enthaltende Säure in *igt* oder *ig* endigen liess; z.B. *Eisenoxydul*, *Eisenoxyd*, oder *schwefligte* (schweflige) *Säure*, *Schwefelsäure*. Als man jedoch in der Folge die Erfahrung gewann, dass eine und dieselbe Substanz sich mit dem Oxygen sehr oft in noch mehreren Verhältnissen verbinden könne, so mussten auch diese bezeichnet werden; und man nannte sodann, nach dem Vorschlage von *Berzelius*, und nach der Ordnung in welcher sie mehr Oxygen

enthalten, die Oxyde: *Suboxydul*, *Suboxyd*, *Oxydul*, *Oxyd*, *Hyperoxydul (Superoxydul)*, *Hyperoxyd (Superoxyd)*; die Säuren hingegen: *—igte Säure*, *Säure*, *oxydirte Säure*, *überoxydirte —igte Säure*, *überoxydirte Säure*. Z. B. *Goldsuboxydul*, *Kaliumsuboxyd*, *Eisenoxydul*, *Kobaltoxyd*, *Bleyhyperoxydul*, *Manganhyperoxyd* u. s. w.; ferner *schwefligte Säure*, *Schwefelsäure*, *oxydirte Salzsäure*, *überoxydirte salzigte Säure*, und *überoxydirte Salzsäure*.

[Andere wieder benannten diese Verbindungen entweder nach der Farbe, oder nach der Nummer. Z. B. *graues*, *gelbes*, *rothes* und *braunes Bleyoxyd*; oder: *Protoxyd* (erstes Oxyd), *Deutoxyd* (zweytes Oxyd), *Tritoxyd* (drittes Oxyd), *Tetoxyd* (viertes Oxyd), *Pentoxyd* (fünftes Oxyd), und eben so 2fach, 4fach, 6fach, 8fach oxydirte Säure u. s. w. — Allein bey allen solchen Benennungen reichte man dennoch nicht vollkommen aus: denn es zeigte sich bald, dass manche Substanz mehrere Oxyde von gleicher Farbe erzeugte; und dass oft zwischen mehreren bekannten Oxyden noch ein neues entdeckt wurde, um dessentwillen wenigstens ein Theil der Uebrigen andere Zahlen erhalten musste, u. s. w.]

§. 36. Wie das Oxygen verbinden sich aber auch die übrigen Substanzen der zweyten Stufe der Zusammensetzung nach verschiedenen Verhältnissen miteinander; allein die Abstufungen sind bey diesen Verbindungen in abfallender Ordnung weniger zahlreich als bey den Oxygenverbindungen. Man glaubte daher Anfangs sich begnügen zu können, wenn man solche Abstufungen durch den Beysatz: *im Maximum* (d. i. im grössten), *im Medium* (d. i. im mittleren), und *im Minimum* (d. i. im geringsten Verhältnisse) bezeichnete; z. B. bey den Verbindungen des Schwefels mit dem Zinn, *Schwefelzinn im Maximum*, *Schwefelzinn im Medium*, und *Schwefelzinn im Minimum*. — Bey andern Substanzen wieder befolgte man die Maassregel, bey der Construction der Benennung aus den Nahmen beyder Zuthaten, den Nahmen desjenigen Bestandtheiles nachfolgen zu lassen, welcher im grössten Verhältniss in der Verbindung enthalten war. So wurde z. B. bey den beyden

Verbindungen aus Schwefel und Hydrogen, die mit mehr Schwefel *Hydrogenschwefel*, die mit weniger Schwefel *Schwefelhydrogen* genannt.

In der Folge fanden sich aber auch hier, und vor andern beym Schwefel, mehr als zwey oder drey Verbindungsverhältnisse vor; so, dass man bald genöthiget wurde die Zahlen zu Hülfe zu nehmen, und z. B. bey den Verbindungen des Schwefels mit Kalium *erstes*, *zweytes*, *drittes* u. s. w. *Schwefelkalium* zu sagen. — Es liegt übrigens vor Augen, dass man mit Consequenz, nach Analogie der bey den Oxygenverbindungen befolgten Ordnung, auch hier, und z. B. bey den Schwefelverbindungen (in so fern *Sulphur* Schwefel bedeutet) hätte sagen können: *Subsulphuridul*, *Subsulphurid*, *Sulphuridul*, *Sulphurid*, *Hypersulphuridul* und *Hypersulphurid* des *Kaliums*, und eben so bey den Verbindungen des Hydrogens: *Carbonsubhydroidul*, *Carbonsubhydroid*, *Carbonhydroidul*, *Schwefelhydroidul* und s. w. hätte sagen können. — Die Verbindungen der Metalle mit Metallen werden bloss durch Vereinigung der Nahmen benannt; z. B. die Mischung aus Bley und Gold, *Bleygold*.

§. 37. Was insbesondere die verschiedenen quantitativen Verhältnisse anbetrifft, in welchen sich die Aräoide zu Verbindungen der zweyten Stufe der Zusammensetzung vereinigen, so entsprechen diese zwar immer dem Gesetze der chemischen Aequivalenz (§. 15) und der Multiplen (§. 18 — 23); aber vorzugsweise scharf finden sich diese Gesetze wieder bey den Oxygenverbindungen bestätigt: denn man hat bereits nicht nur mehrere Aräoide kennen gelernt, die sich in 4, 5, 6 Verhältnissen mit dem Oxygen verbinden lassen, sondern zugleich gefunden: dass dabey immer die *Grundlage* oder das *Radical* der Oxygenverbindung (diejenige Substanz, welche mit dem Oxygen verbunden wird) als Einheit, oder *activer Factor* (§. 23) hervortritt; während das Oxygen, als *passiver Factor* dem Gesetze der Multiplen folget, und also die im niedrigsten Oxyde ent-

haltene Menge des Oxygens der gemeinschaftliche Divisor der Oxygenmengen aller Uebrigen ist. So z. B. verbindet sich 1 Atom Azot mit 1 Atom Oxygen zu *Azotsuboxydul*, mit 2 Atomen Oxygen zu *Azotoxydul*, mit 3 Atomen Oxygen zu *Azotoxyd*, mit 4 Atomen Oxygen zu *unterazotigter Säure*, mit 5 Atomen Oxygen zu *azotigter Säure*, mit 6 Atomen Oxygen zu *Azotsäure*.

[Es kommen zwar noch seltenere Fälle vor, wo sich 1 Atom irgend eines Aräoids mit $1\frac{1}{2}$ Atomen Oxygens zu verbinden scheint, wie z. B. das angeblich aus 2 Atomen $\underline{Ir}$ und 3 Atomen $\underline{O}$ bestehende Oxyd, welches daher auch *anderthalb-Iridiumoxydul* (Iridiumsesquioxydul) genannt worden ist. Solche Fälle beruhen aber auf dem Irrthume, dass man eine höhere Verbindung aus zwey verschiedenen Oxyden derselben Substanz für ein *einfaches* Oxyd ansieht. Hier nahmentlich ist ein Oxyd, aus 1 Atom Iridium und 1 Atom Oxygen, mit einem Oxyde, aus 1 Atom Iridium und 2 Atomen Oxygen, verbunden. (s. *M. At.* §. 125).

In andern Fällen findet man oft angezeigt, dass sich eine Substanz, z. B. $\underline{X}$ mit dem $\underline{O}$ in folgenden Verhältnissen verbinde: 2 Atome $\underline{X}$ mit 1 Atom $\underline{O}$; 1 Atom $\underline{X}$ mit 1 Atom $\underline{O}$; 2 Atome $\underline{X}$ mit 3 Atomen $\underline{O}$, u. s. w. Solche Missverhältnisse beruhen aber gleichfalls auf einer Irrung, und zwar darauf, dass man bald den einen, bald den andern Bestandtheil als *activen Factor* (§. 23) angesehen, und zugleich die Atomzahl des $\underline{X}$ halb so gross genommen hat, als sie wirklich ist. Wie man daher alle Glieder dieses Beyspiels auf 1 $\underline{X}$ reducirt, so erhält man die Reihe: 1 $\underline{X}$ mit $\frac{1}{2}$ $\underline{O}$; 1 $\underline{X}$ mit 1 $\underline{O}$; 1 $\underline{X}$ mit $1\frac{1}{2}$ $\underline{O}$; und nimmt man sodann die Atomzahl des $\underline{X}$ doppelt so gross, so wird es auch die doppelte Menge Oxygen erfordern, und also in jenen 3 Oxyden von $\underline{X}$ die Reihe der Oxygenmengen von $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$ auf 1, 2, 3 gesteigert werden müssen, und mithin dem Gesetze der Multiplen entsprechen (s. *M. At.* §. 125).

Es finden sich endlich in den bisherigen Angaben auch noch einige gebrochene Verhältnisse, die sich auf die angezeigte Weise nicht lösen lassen; aber es ist zu hoffen, dass diese nur auf unrichtigen Versuchen beruhen, und also bey wiederholter Prüfung verschwinden werden.]

§. 38. Diese bey einer und derselben Substanz sich ergebenden Multiplen des passiven Factors (des Oxygens)

sind auch aus dem Grunde höchst merkwürdig; weil sie das nächste Mittel darbiethen, zur Bestimmung der Atomzahlen oder des Atomgewichtes der Aräoide. — Es ist hierzu nothwendig dass bereits mehrere, oder wenigstens drey verschiedene Oxyde desselben Stoffes bekannt seyen. Die Oxygenmengen werden sodann auf die einfachesten Zahlen reducirt, um zu erfahren, wie sie sich zu einander verhalten. Verhalten sich die Zahlen wie 1, 2, 3, so darf man sie sodann nur alle so lange vergrössern, bis die kleinste auf 100 (= 1 Atom Oxygen) steiget, und in gleichem Verhältniss auch die Zahl des activen Factors steigern, um die Atomzahl desselben zu finden.

[Man wisse z. B. aus Versuchen, dass 100 Theile Molybdän mit 16,7076, mit 33,380 und mit 50,090 Theilen Oxygens drey verschiedene Oxyde erzeugten; so wird man auch leicht durch Rechnung finden, dass sich diese Oxygenmengen zu einander verhalten wie 1 : 1,998 : 2,998; also sehr nahe wie 1 : 2 : 3. Weil nun aber diese Zahlen auch immer nur um 1 von einander verschieden sind, so lässt sich daraus auch schliessen, dass sie im Gesetz der Multiplen (§. 15) den ersten drey Gliedern entsprechen, und mithin auch die 100 Theile Molybdäns 1 Atom entsprechen müssen; während die 3 Oxygenmengen 1, 2 und 3 Atome Oxygen bedeuten. Um nun zu erfahren, wie viel das Gewicht oder die Atomzahl von 1 Atom Molybdän betrage, wird daher nichts weiter nothwendig seyn, als dass man die 1 Atom Oxygen entsprechende Zahl 16,7076 bis auf 100 erhebt, und dann auch die übrigen Zahlen verhältnissmässig steigert. Man findet dabey (16,7076 : 100 = 100 : x = 598,525); (16,7076 : 100 = 33,380 : x = 199,788); (16,7076 : 100 = 50,090 : x = 299,802); woraus nach Entfernung der kleinen Brüche hervorgehet, dass sich 598,525 Theile Molybdän mit 100, 200, und 300 Theilen Oxygens verbunden haben, und mithin 1 Atom des Molybdäns = 598,525 ist.

Findet man bey einer solchen Untersuchung, dass sich die Oxygenmengen wie 2 : 3 : 4 verhalten, so lässt sich schliessen, dass noch ein viertes Oxyd mit 1 Atom Oxygen möglich sey. Ist das Verhältniss der Oxygenmultiplen unterbrochen, z. B. wie 1 : 2 : 4 : 5; so deutet diess auf noch ein Oxyd mit 3 Atomen Oxygen. Springet das Verhältniss regelmässig, z. B.

wie 2 : 4 : 6; so müssen entweder noch die Zwischenglieder 1, 3 und 5 existiren, oder man hat gefehlt, indem das active Atom doppelt so gross genommen wurde als es ist. Erscheinen die Glieder 1, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$ u. s. w., so ist das active Atom nur halb so gross genommen als es seyn soll. — Wenn aber auch wirklich die Oxygenmultiplen wie 1 : 2 : 3 : 4 u. s. w. gefunden sind, so ist immer noch der Fall möglich, dass der mit diesen Oxygenmengen sich verbindende Körper an sich schon ein Oxyd sey und 1 Atom Oxygen enthalte. In solchem Falle muss also seine Atomzahl um 100 (= 1 Atom $\underline{O}$) herabgesetzt werden, und er selbst als erstes Oxyd erscheinen. (*M. At.* §. 77, 112 und 116.)]

§. 39. Was endlich die Bezeichnung der auf der zweyten Stufe der Zusammensetzung vorfindigen Verbindungen anbelanget; so ist auch diese, nach dem Vorschlage von *Berzelius* beybehalten, und durch die Vereinigung der Zeichen der Bestandtheile bewerkstelliget worden. Anfangs geschah diess auf die Weise, dass man die beyden Zeichen durch das + Zeichen vereinigte; indem man z. B. die Verbindung von 1 Atom $\underline{S}$ mit 1 Atom $\underline{O}$ so schrieb: $\underline{S}+\underline{O}$; die Verbindung von 1 Atom $\underline{S}$ mit 4 Atomen $\underline{O}$ so: $\underline{S}+4\underline{O}$ oder = $\underline{S}+\underline{O}^4$. Da jedoch diese Bezeichnungsweise bey höher zusammengesetzten Körpern sehr complicirte Formeln gab, so liess man in der Folge das + Zeichen hinweg, und es wurde also z. B. $\underline{S}+\underline{O} = \underline{S}\underline{O}$; $\underline{S}+\underline{O}^4 = \underline{S}\underline{O}^4$. Aus gleichem Grunde wurde noch später beschlossen, das so häufig vorkommende Zeichen des Oxygens ganz und gar hinweg zu lassen, und dafür unmittelbar über dem Zeichen des activen Factors so viele Puncte anzusetzen, als Oxygenatome anzudeuten waren. In den vorigen Beyspielen wurde also $\underline{S}\underline{O} = \dot{\underline{S}}$, und $\underline{S}\underline{O}^4 = \overset{::}{\underline{S}}$; diesen Umständen ist es zuzuschreiben, dass man in den chemischen Werken eines nur kurzen Zeitraums so verschiedene chemische Bezeichnungen findet. Noch einige Beyspiele werden also am Orte seyn.

Die *Schwefelsäure*, aus 1 Atom Schwefel und 4 Atomen Oxygen bestehend, ist $= \underline{S}+4\underline{O} = \underline{S}+\underline{O}^4 = \underline{S}\underline{O}^4$ oder $= \overset{::}{\underline{S}}$;

das *Kaliumoxyd*, aus 1 Atom Kalium und 2 Atomen Oxygen bestehend, ist $= \underline{K} + 2\underline{O} = \underline{K} + \underline{O}^2 = \underline{K}\underline{O}^2 = \ddot{\underline{K}}$;

das *Alumiumoxyd*, aus 1 Atom Alumium und 3 Atomen Oxygen bestehend, ist $= \underline{A}l + 3\underline{O} = \underline{A}l + \underline{O}^3 = \underline{A}l\underline{O}^3 = \dddot{\underline{A}}l$;

das *Calciumoxyd*, aus 1 Atom Calcium und 2 Atomen Oxygen bestehend, ist $= \underline{C}a + 2\underline{O} = \underline{C}a + \underline{O}^2 = \underline{C}a\underline{O}^2 = \ddot{\underline{C}}a$;

das *Sodiumoxyd*, bestehend aus 1 At. Sodium und 2 Atomen Oxygen, ist $= \underline{N}a + 2\underline{O} = \underline{N}a + \underline{O}^2 = \underline{N}a\underline{O}^2 = \ddot{\underline{N}}a$;

das *Wasser*, aus 1 Atom Hydrogen und 1 Atom Oxygen bestehend, ist $= \underline{H} + \underline{O} = \underline{H}\underline{O} = \dot{\underline{H}}$;

das *Carbonsubhydroidul*, bestehend aus 1 Atom Carbon und 1 Atom Hydrogen ist $= \underline{C} + \underline{H} = \underline{C}\underline{H}$.

Wenn zugleich mehr als 1 Atom dieser Verbindungen anzudeuten ist, so wird die Anzahl der Atome (wie bey den Aräoiden) entweder auf der Stelle der Coefficienten, oder auf der der Exponenten angemerkt. Doch müssen diejenigen Formeln, deren Glieder durch das + Zeichen vereiniget sind, natürlich in Parenthesen eingeschlossen werden; damit man wisse, dass sich solche Zahlen auf das ganze zusammengesetzte Atom beziehen. Beyspiel:

2 At. *Schwefelsäure* $= 2(\underline{S} + 4\underline{O}) = 2(\underline{S} + \underline{O}^4) = (\underline{S} + \underline{O}^4)^2$
$= 2\underline{S}\underline{O}^4 = 2\ddddot{\underline{S}} = \ddddot{\underline{S}}^2$.

Wenn insbesondere in jenen Fällen, wo man das Oxygen durch Puncte andeutet, auch die Menge des Aräons in den Aräoiden anzuzeigen ist; so wird diess auf die früher (§. 26) angedeutete Art nicht geschehen können, weil das Zeichen des Oxygens ganz verschwunden ist. Es wird indessen immer noch möglich seyn, durch einen Strich oder durch eine Ziffer neben den, die Anzahl der Oxygenatome andeutenden, Puncten auch das Aräon anzuzeigen. Z. B. man wisse, dass unter gewissen Umständen die Schwefelsäure den Schwefel als 4tes, das Oxygen als 3tes Aräoid, und also jedes Atom des Oxygenaräoids 3 Atome Ar enthalte, so würde

die Bezeichnung für 1 At. Schwefelsäure so seyn: $(S + Ar^4) + (O + Ar^3)^4 = SAr^4 + 4OAr^3$ oder auch $= \overset{3::}{\underset{::}{S}}$. Wüsste man aber die Anzahl der Aräonatome im Schwefel nicht, so wäre die Bezeichnung $= \overset{3::}{\underline{S}}$; und wüsste man sie auch im Oxygen nicht so: $\overset{-::}{\underline{S}}$.

[Aehnliche Abkürzungen, wie beym Oxygen, suchte *Berzelius* in der Folge auch bey andern oft in multiplen Verhältnissen auftretenden Stoffen zu bewirken. Er schlug zu dieser Absicht vor, so wie bey dem Oxygen die Puncte, beym Schwefel ein Comma (= ,), beym Selen einen Strich (= -), beym Tellur ein Kreutz (= +), anzuwenden. Demnach könnte also $\underline{M}o + 3\underline{S} = \overset{,,,}{\underline{M}o}$; $\underline{M}o + 3\underline{S}e = \overset{---}{\underline{M}o}$; und $\underline{M}o + 3\underline{T}e = \overset{+++}{\underline{M}o}$ geschrie- werden.]

§. 40. Handelt es sich insbesondere darum, für die auf der 2. Stufe stehenden Verbindungen die entsprechenden Atomzahlen zu finden, so entstehen diese ganz einfach durch die Addition der Atomzahlen ihrer Bestandtheile. So z. B. ist 1 Atom von $\overset{\cdot\cdot}{\underline{N}a}$ aus 1 Atom $\underline{N}a$ = 581,794 und 2 Atomen Oxygen = 100 × 2 = 200 zusammengesetzt; die Atomzahl desselben wird also = 781,794 seyn. — Aus gleichem Grunde wird die Schwefelsäure $= \overset{::}{\underline{S}}$, die Atomzahl = 501,165; das Kaliumoxyd $= \overset{\cdot\cdot}{\underline{K}}$, dessen Atomzahl = 1179,832; das Alumiumoxyd $= \overset{\cdot\cdot\cdot}{\underline{A}l}$, dessen Atomzahl = 642,334; das Calciumoxyd $= \overset{\cdot\cdot}{\underline{C}a}$, dessen Atomzahl = 712,038; das Wasser $= \overset{\cdot}{\underline{H}}$, dessen Atomzahl = 112,480; das Carbonsubhydroidul $= \underline{C}\underline{H}$, dessen Atomzahl = 65,3536 seyn.

[Soll insbesondere die Angabe der Bestandtheile in 100 Th. geschehen; so wird diess durch die Verhältnissregel bewirkt, indem man die Atomzahl ohne Störung des Verhältnisses in den Bestandtheilen bis auf 100 verkleinert. Man wird also z. B. beym Sodiumoxyd sagen: 781,794 $\overset{\cdot\cdot}{\underline{N}a}$ verhalten sich zu 200 Oxygen = 100 Sodiumoxyd zu x = 25,582. 100 $\overset{\cdot\cdot}{\underline{N}a}$ enthalten also 25,582 $\underline{O}$ und mithin 74,418 $\underline{N}a$.]

§. 41. Diese auf der 2. Stufe der Zusammensetzung stehenden Körper sind wiederholt fähig sich paarweise mit

einander zu verbinden, und Verbindungen zu erzeugen, die auf der 3. Stufe der Zusammensetzung (§. 20 *D.*) stehen.

[Hier ist es zweckmässig sich durch den Augenschein mit den auf der 3. Stufe der Zusammensetzung stehenden Körpern bekannt zu machen.]

cc) Verbindungen auf der 3. Stufe der Zusammensetzung.
(Zusammengesetzte Atome der dritten Ordnung).

§. 42. Die Anzahl der auf dieser 3. Stufe der Zusammensetzung (§. 20 *D.*) stehenden Verbindungen kann ungemein gross seyn; denn es ist sehr wahrscheinlich, dass alle auf der 2. Stufe der Zusammensetzung stehenden Körper der gegenseitigen Vereinigung fähig sind. Am meisten untersucht sind bisher jedoch die Verbindungen der *Säuren mit Oxyden*, weniger die der *Oxyde mit Oxyden*, noch weniger die der *Säuren mit Säuren*, und am wenigsten die der *Schwefelverbindungen* mit solchen, der *Metallverbindungen* mit solchen, u. s. w.

§. 43. Der Verbindungen der *Säuren mit Oxyden* kennet man bereits Tausende. Sie wurden *Salze* genannt, wegen ihrer Aehnlichkeit mit dem längst bekannten Küchensalz. Diese Verbindungen sind — wie die Oxygenverbindungen auf der 2. Stufe der Zusammensetzung — schärfer ausgesprochen als alle übrigen auf der 3. Stufe der Zusammensetzung vorkommenden Verbindungen. Sie sind um so energischer, um so bestimmter in den quantitativen Verhältnissen ihrer nähern Bestandtheile, je unähnlicher sich diese selbst gewesen sind: ohne Zweifel alles diess durch ihren Oxygengehalt. — Ihre Benennung ergiebt sich aus der Vereinigung der Nahmen beyder Zuthaten, und es ist üblich geworden, dass man dabey den Nahmen des passiven Factors als *Adjectivum*, den des activen Factors hingegen als *Substantivum* behandelt; so zwar, dass z. B. die Verbindung aus Bleyoxyd und Schwefelsäure *schwefelsaures Bleyoxyd* genannt wird.

Es findet sich übrigens, wie bey der Bildung der Oxygenverbindungen, dass oft ein und dasselbe Oxyd in mehreren Verhältnissen mit einer und derselben Säure verbindbar ist, und daher Zusammensetzungen von verschiedenen Eigenschaften erzeugen kann. Diese Abstufungen sind indessen minder zahlreich als bey den Oxygenverbindungen (§. 35); ihre Anzahl steiget selten über drey, und sie sind gewöhnlich von solcher Beschaffenheit, dass sie das Oxyd und die Säure entweder im normalen Verhältniss (§. 23) enthalten, oder in der Art, dass entweder die Basis, oder die Säure vorwaltet (§. 23).

Die ersten unter diesen Salzen nennet man zur Auszeichnung *neutrale Salze*, weil sie gewöhnlich weder die Eigenschaften der Säure noch die der Basis besitzen; die zweyten heissen *basische Salze*, weil sie nicht selten die Eigenschaften der Base zeigen. Die dritten endlich werden *saure Salze* genannt, weil sie oft die Eigenschaften der vorwaltenden Säure an sich tragen. In der neueren Zeit haben sich jedoch noch mehrere Beyspiele ergeben, dass sich aus denselben Substanzen auch mehrere basische, oder mehrere neutrale oder saure Salze erzeugen zu lassen scheinen; man hat diese daher durch den Beysatz *erstes*, *zweytes*, *drittes* u. s. w. *neutrales*, *basisches* oder *saures Salz* auszuzeichnen gesucht, oder man nennet die Salze wohl auch in steigender Ordnung der Säure: *überbasisch*, *basisch*, *neutral*, *intermediär (Berzelius)*, *säuerlich*, *sauer*, *übersauer;* oder auch nach der Anzahl der in den Salzen enthaltenen Säureatome: *1fach — 2fach — 4fach* u. s. w. *saures Salz*.

[Beyspiele: *neutrales schwefelsaures Kaliumoxyd*, *saures schwefelsaures Kaliumoxyd*, *basisches carbonsaures Sodiumoxyd*, *erstes oder zweytes basisches azotsaures Bleyoxyd*, *1fach schwefels. Kaliumoxyd*, *2fach schwefels. Kaliumoxyd*, u. s. w. — Wenn wir in chemischen Werken noch die Ausdrücke *halbsaures, drittelsaures, 1/6saures* u. s. w. vorfinden; so beruhet diess ohne Zweifel auf einem Verstoss gegen die Ato-

menlehre, und muss, so wie diese gedeihet, wieder verschwinden. (*M. At.* §. 125.)]

§. 44. Minder energisch, und in ihren Verbindungsverhältnissen auch weniger scharf ausgesprochen, sind die Verbindungen der *Oxyde mit Oxyden;* wozu man viele Erd- und Steinarten, und insbesondere die einfachen Gläser zählet. Sie heissen allgemein *Doppeloxyde*, und ihre speciellen Benennungen werden construirt, indem man die Nahmen der beyden Bestandtheile unverändert mit einander verbindet.

[So heisset z. B. die Verbindung aus Kaliumoxyd und Alumiumoxyd: *Kaliumoxyd-Alumiumoxyd*, oder kürzer *Kalium-Alumiumoxyd.*]

Merkwürdig insbesondere sind auf dieser Stufe der Zusammensetzung jene Verbindungen, welche das Wasser $= \dot{\underline{H}}$ mit Oxyden und mit Säuren bildet. Das Wasser vereiniget sich nähmlich sowohl mit den Oxyden als mit den Säuren, und verhält sich also bald wie eine Säure, bald wie eine Basis. Man hat diese Verbindungen allgemein (nach dem griechischen Nahmen des Wassers) *Hydrate*, und im Besondern *Säurehydrate* oder *Oxydhydrate* genannt; z. B. *Schwefelsäurehydrat*, *Eisenoxydulhydrat* u. s. w. Es ist jedoch klar, dass man, weil das Wasser bald als Basis, bald als Säure auftritt, auch *schwefelsaures Hydrogenoxyd*, und *hydrogensaures Eisenoxydul* sagen kann. — Das Wasser vereiniget sich aber auch oft in mehreren Verhältnissen mit andern Substanzen; was man durch die Benennungen *erstes*, *zweytes*, *drittes Hydrat* u. s. w. bezeichnet.

Bemerkenswerth ist ferner, dass sich das Wasser auch oft mit solchen Substanzen vereiniget, deren Oxygengehalt nicht erwiesen ist, die aber gewöhnlich Hydrogen enthalten. — Sehr merkwürdig endlich ist der Umstand, dass das Wasser in allen Hydraten *ganz eigentlich jene Eigenschaften hervor rufet, die wir sauer und alkalisch nennen.*

[Merkwürdig sind aber auch jene Doppeloxyde, die aus zwey Oxyden eines und desselben Radicals entstehen, wie

z. B. das *Eisenoxydul-oxyd*, *Chromoxydul-oxyd* u. s. w. Das erstere bestehet aus 1 Atom Eisenoxydul = $\ddot{\underline{F}}e$, und 2 Atomen Eisenoxyd = $2\dddot{\underline{F}}e$; das letztere aus 1 Atom Chromoxydul = $\dot{\underline{C}}r$ und 1 Atom Chromoxyd = $\ddot{\underline{C}}r$. — Begehet man nun das Versehen, diese Doppeloxyde, weil sie einerley Radical enthalten, für einfache Oxyde anzusehen; so muss man wähnen, das erstere sey aus $3\underline{F}e$ und $8\underline{O}$, das zweyte hingegen aus $2\underline{C}r$ und $3\underline{O}$ zusammengesetzt. Will man dann vollends die Angabe auf 1 Atom des Radicals reduciren, so erscheinen diese Verbindungen als: $\underline{F}e + 2^2/_3\underline{O}$, und: $\underline{C}r + 1^1/_2\underline{O}$. Diess ist der Weg, auf welchem man die noch häufig vorkommenden gebrochenen Atome finden musste. (Vergl. die Note zu §. 37).]

§. 45. Die *Säuren mit Säuren* geben Verbindungen, die *Doppelsäuren*, welche sich in so fern an die Doppeloxyde anschliessen, als sie bis auf einige Ausnahmen, noch weniger energisch und bestimmt sind, und meistens die Eigenschaften beyder Bestandtheile an sich tragen. Sie werden nach derselben Regel benannt, wie die Salze, indem man die eine Säure als Substantivum, die andere als Adjectivum behandelt; so heisset z. B. die aus Fluorsäure und Arseniksäure zusammengesetzte Doppelsäure: *fluorsaure Arseniksäure.*

[Auch hier können insbesondere (wie §. 44) diejenigen Doppelsäuren, welche aus zwey Säuren eines und desselben Radicals zusammengesetzt sind, zu Irrungen verleiten; indem sie gebrochene Atomzahlen liefern, wenn sie als einfache Säuren angesehen werden: wie diess z. B. mit der aus schwefligter Säure und Schwefelsäure, und mit der aus Muriumsäure und sechsfach oxydirter Muriumsäure geschehen ist. (Man sehe diese Art. weiter unten).]

§. 46. Noch schwankender finden wir ferner die auf dieser Stufe der Zusammensetzung stehenden Schwefelverbindungen, Phosphorverbindungen, Metallverbindungen u. s. w., und zwar in dem Maasse, als sich ihre Zuthaten ähnlicher sind. — Die Benennungen derselben werden wie bey den Doppeloxyden construirt. Man nennet daher eine Verbindung aus Schwefeleisen und Schwefelkupfer:

Schwefeleisen-Schwefelkupfer; eine Verbindung aus Bleygold und Bleysilber: *Bleygold-Bleysilber*, oder auch *Gold-Silber-Bley.*

§. 47. Wir finden endlich auf dieser Stufe auch, als die dem Typus der Oxygenverbindungen scheinbar am wenigsten entsprechenden, jene Verbindungen des Carbons, Hydrogens und Azots, durch deren Vereinigung auf den höheren Stufen der Zusammensetzung die *organischen Gebilde* construirt werden; von welchen indessen das Nähere erst in der Folge erklärt werden kann.

§. 48. Was insbesondere die verschiedenen quantitativen Verhältnisse anbetrifft, in welchen sich zwey auf der 2. Stufe der Zusammensetzung stehende Körper zu Verbindungen dieser 3. Stufe der Zusammensetzung vereinigen können; so entsprechen zwar auch diese immer den Gesetzen der chemischen Aequivalenz (§. 15) und dem Gesetze der Multiplen (§. 18); aber vorzugsweise scharf finden wir dieses letztere Gesetz wieder bey den Verbindungen der Säuren mit Oxyden ausgesprochen; minder scharf in abfallender Ordnung bey denen der Oxyde mit Oxyden, der Schwefelverbindungen mit solchen u. s. w.

Auch hier tritt nähmlich 1 Atom der einen Substanz als activer Factor auf, und verbindet sich mit 1, 2, oder mehr Atomen der andern, passiv sich verhaltenden Substanz. So vereiniget sich z. B. 1 Atom $\ddot{\underline{Na}}$ mit 2 Atomen $\overset{::}{\underline{S}}$ zu *neutralem*, mit 4 Atomen $\overset{::}{\underline{S}}$ zu *saurem schwefelsaurem Sodiumoxyd;* ferner 1 Atom $\ddot{Pb}$ mit 1 Atom $\overset{:::}{\underline{A}}$ zu *basischem*, mit 2 Atomen $\overset{:::}{\underline{A}}$ zu *neutralem azotsaurem Bleyoxyd* u. s. w. — Gewöhnlich findet man jedoch auf dieser Stufe, wie in den angeführten Beyspielen, *nur zwey* Abstufungen der Verbindung aus denselben Substanzen, höchst selten *drey;* nie sind sie aber so zahlreich, als auf der 1. und 2. Stufe der Zusammensetzung bey den Verbindungen des Oxygens. — Auch findet sich das Gesetz der Multiplen hier scheinbar nicht so vollständig durchgeführt, wie bey den Oxy-

genverbindungen (§. 37), indem nicht wie dort 1 *A* mit 1 oder 2, oder 3 *B* u. s. w. vereiniget wird, sondern in dieser Reihe gewisse Glieder fehlen; so zwar, dass die Reihe gewöhnlich so stehet: 1 *A* mit 1 oder 2, oder 4 *B*; oder 1 *A* mit 2, oder 4 oder 8 *B*; indem immer ein Zwischenglied übersprungen wird. Diese scheinbare Anomalie entspringet indessen eben in dem Gesetze der Multiplen selbst, und zwar nahmentlich in dem Umstande. dass die meisten Oxyde zur Bildung eines neutralen Salzes 2 Atomen Säure erfordern.

§. 49. Dagegen tritt aber eben hier ein früher erwähntes Gesetz (§. 23) höchst auffallend hervor; welches für die Salze so lautet:

Wenn sich eine Säure mit einem Oxyde zum neutralen Salze verbindet, so nimmt 1 Atom des Oxydes (oder activen Factors) so viele Atome der Säure (oder des passiven Factors) auf, als das erstere selbst in seiner eigenen Zusammensetzung Atome Oxygens (oder des passiven Factors) enthält. Wird mehr aufgenommen, so ist die Menge der Säure entweder 2 oder 4mahl so gross als im neutralen Salze, und die erzeugte Verbindung wird dann ein saures Salz seyn. — Wird hingegen weniger Säure aufgenommen, so ist die Menge derselben entweder $^1/_2$ *oder* $^1/_3$ *(seltener* $^2/_3$*) so viel als im neutralen Salze, und ein solches Salz ist dann basisch.*

Beweise für diese Sätze liefern alle genau bestimmten Salze, z. B. das *neutrale schwefelsaure Kaliumoxyd* enthält 1 $\ddot{\underline{K}}$ und 2 $\overset{::}{\underline{S}}$; das *neutrale schwefelsaure Alumiumoxyd* 1 $\dddot{\underline{Al}}$ und 3 $\overset{::}{\underline{S}}$; das *neutrale azotsaure Mercuroxydul* 1 $\dot{\underline{Hg}}$ und 1 $\overset{:\cdot:}{\underline{A}}$, in allen dreyen enthält also der active Factor (das Oxyd) *so viele* Atome Oxygen, als Säureatome mit demselben zum *neutralen* Salze verbunden sind. Es enthält ferner das *saure schwefelsaure Kaliumoxyd* 1 $\ddot{\underline{K}}$ und 4 $\overset{::}{\underline{S}}$; das *doppelt carbonigsaure Kaliumoxyd* 1 $\ddot{\underline{K}}$ und 4 $\overset{::}{\underline{C}}$; in beyden enthält aber

auch der active Factor *weniger* Atome Oxygen, als Säureatome mit demselben zum *sauren* Salze verbunden sind. — Es enthält endlich das *basische schwefelsaure Alumiumoxyd* 1$\overset{\cdots}{\underline{A}}l$ und 1$\overset{::}{\ddot{\underline{S}}}$; das *bas. azotsaure Bleyoxyd* 1$\ddot{\underline{P}}b$ und 1$\overset{:::}{\underline{A}}$; in beyden enthält aber der active Factor *mehr* Oxygenatome als Säureatome mit demselben zum *basischen* Salze verbunden sind.

[Salze insbesondere, deren nächste Bestandtheile noch in gebrochenen Atomen angegeben sind, wie z. B. 2 Atome Oxyd und 3 Atomen Säure, oder 1 Atom Oxyd mit 1$^1/_2$ Atomen Säure, gehören gar nicht auf diese Stufe, sondern auf die 4. Stufe der Zusammensetzung, und sind immer aus zwey Salzen derselben Bestandtheile zusammengesetzt: deren eines gegen 1 Atom Basis 1 Atom, das andere hingegen 2 Atomen Säure enthält. Das Ganze wird also aus 2 Atomen Basis und 3 Atomen Säure bestehen; was aber irrigerweise, auf 1 Atom Basis berechnet, das Verhältniss wie 1 : 1$^1/_2$ gibt. (Vergl. die Note zu §. 44.)]

§. 50. Aus dem vorhin angeführten allgemeinen Gesetze lassen sich nun auch viele andere untergeordnete Gesetze folgern, die grösstentheils von **Berzelius** aufgefunden, und zur Anwendung gebracht worden sind. Für den gegenwärtigen Zweck möge es indessen genügen, drey derselben anzuführen, die ihrer Wichtigkeit wegen hohe Aufmerksamkeit verdienen.

a) *Wenn es wahr ist, dass bey der Bildung neutraler Salze 1 Atom im activen Factor enthaltenen Oxygens, auch 1 Atom des passiven Factors bedingt* (§. 49); *so muss nothwendig die Oxygenmenge des letztern der des activen Factors entweder gleich, oder davon ein Multiplum und also auch durch die Oxygenmenge des activen Factors ohne Rest dividirbar seyn.*

Beweise für diesen Satz liefern alle und nahmentlich die oben (§. 49) angeführten neutralen Salze; denn bey allen ist der Oxygengehalt der Säure durch den Oxygengehalt der Basis ohne Rest dividirbar. — Dass dieses auch zutreffen werde, wenn man die Angabe der Bestandtheile

in 100 Theilen eines Salzes untersucht, wird nicht bezweifelt werden, wenn man bedenkt, dass die Angabe in 100 Theilen immer durch die Verkleinerung der Atomzahlen bis auf 100 (§. 40 Anm.) entstanden ist.

β) *Wenn es wahr ist, dass bey der Bildung neutraler Salze 1 Atom im activen Factor enthaltenen Oxygens 1 Atom des passiven Factors bedingt* (§. 49); *so muss auch umgekehrt 1 Atom des passiven Factors im activen Factor 1 Atom Oxygen bedingen. Es muss also auch eine bestimmte Menge einer und derselben Säure, so oft sie sich mit verschiedenen Oxyden zu neutralen Salzen verbindet, in allen gleichviel Oxygen bedingen.*

Diesen Satz bestätiget die Zusammensetzung aller näher bekannten Salze; denn die Erfahrung lehret, dass z. B. 100 Theile *Schwefelsäure* zur Bildung neutraler Salze erfordern:

98,906 Th.	Kupferoxyd,	und diese enthalten	19,95 Th. Oxygen
117,708 „	Kaliumoxyd,	— — —	19,95 „ „
278,257 „	Bleyoxyd,	— — —	19,95 „ „

Es ergibt sich hieraus, dass 100 Theile Schwefelsäure von allen Oxyden eine Menge sättigen, welche 19,95 Theile Oxygen enthält; und man hat diese Fähigkeit der Säuren (in der Voraussetzung, dass in den neutralen Salzen die beyden Factoren einander *sättigen*, einander genug sind), ihre *Sättigungscapacität* genannt. Auch ist es üblich geworden, diese Fähigkeit durch die Menge des Oxygens auszudrücken, welche 100 Theile der Säure im Oxyde bedingen. Daher sagt man: die Sättigungscapacität der Schwefelsäure sey = 19,95. — Jede Säure hat aber ihre eigene Sättigungscapacität; die indessen in allen Fällen auf dieselbe Weise zu finden ist.

[Oft wird die Sättigungscapacität auch durch den Quotienten ausgedrückt, welcher sich ergibt, wenn man mit der Oxygenmenge der Säure in die des Oxydes dividirt. Enthält daher eine Säure 1, 2, 3, oder 4 Atome Oxygen, so wird mithin — da jedes Atom Säure im Oxyd 1 Atom Oxygen bedingt

— die Sättigungscapacität = 1, 1/2, 1/3, oder 1/4 u. s. w. seyn, und insbesondere bey der Schwefelsäure = 1/4.]

γ) *Wenn es wahr ist, dass bey der Bildung neutraler Salze 1 Atom im activen Factor enthaltenen Oxygens 1 Atom des passiven Factors bedingt* (§. 49); *so kann diess nicht auf dem Oxygengehalt des passiven Factors beruhen; weil dieser in verschiedenen Säuren sehr verschieden ist. Es muss also ohne Zweifel im activen Bestandtheile dieser letztern die Ursache jener Erscheinung liegen; woraus aber folget, dass die in den beyden Factoren eines neutralen Salzes vorfindigen activen Bestandtheile in dem Verhältniss vorhanden seyn müssen, in welchem sie auch für sich allein (das ist nicht oxydirt) sich verbinden können.*

Auch dieses bestätiget die Erfahrung, wie folgendes Schema zeiget:

4586,046 Th. molybdänsaures Bleyoxyd	Molybdänsäure 1797,050 Th.	Oxygen 600,000 Th.	
		Molybdän 1197,050 Th.	Molybdänbley
	Bleyoxyd 2788,996 Th.	Bley 2588,996 Th.	
		Oxygen 200,000 Th.	

Erfahrungsgemäss enthalten 4586,046 Th. molybdänsaures Bleyoxyd 1797,050 Theile Molybdänsäure und 2788,996 Theile Bleyoxyd. Diese Mengen Molybdänsäure und Bleyoxyd enthalten ferner 1197,050 Molybdän und 2588,996 Bley. Diese Quantitäten sind aber wieder (s. §. 27) = 2 Atomen Molybdän und 1 Atom Bley. Sie sind folglich in solcher Menge vorhanden, dass sie eine gesetzmässige Verbindung erzeugen können; die aber auch gerade so beschaffen ist, dass sie durch die Vereinigung mit der gehö-

rigen Menge Oxygens, molybdänsaures Bleyoxyd erzeugen kann.

§. 51. Durch diese bestimmten Verbindungsverhältnisse ist die 3. Stufe der Zusammensetzung gleichsam die Wiege der chemischen Aequivalentenlehre gewesen. Sie ist aber hierzu auch am meisten geeignet; weil auf dieser Stufe mehr Stoffe in gleichzeitige Beziehung kommen als auf der niedrigern, und gleichwohl noch die Bestimmung der Verhältnisse minder schwierig ist, als auf den höhern weit complicirteren Stufen der Zusammensetzung. *Wenzel*, *Richter*, *Dalton*, *Berzelius* haben vorzugsweise aus diesen Verbindungsverhältnissen dasjenige gefolgert, was uns nun die Atomenlehre biethet. Hier können indessen nur folgende Beyspiele der Anwendung Raum finden:

a) *die Sättigungscapacität einer Säure zu finden.* Da die Sättigungscapacität (§. 50 β) jener Menge des Oxygens gleich ist, welche das zur Sättigung von 100 Theilen einer Säure erforderliche Oxyd enthält; so lässt sie sich aus der Zusammensetzung eines neutralen Salzes der betreffenden Säure dadurch berechnen: dass man zuerst ausmittelt, wie viel 100 Theile jener Säure von dem Oxyde zur Sättigung erfordern, dann aber berechnet, wie viel Oxygen diese Oxydmenge enthält. Die Sättigungscapacität findet man daher, z. B. für die Schwefelsäure, aus z. B. dem schwefelsauren Kaliumoxyd; welches in 100 Theilen 45,933 Schwefelsäure und 54,067 Kaliumoxyd enthält, und aus der Zusammensetzung des Kaliumoxydes, welches in 100 Theilen 16,952 Oxygen enthält: denn $45{,}933 : 100 = 54{,}067 : x = 117{,}708$; ferner $100 : 16{,}952 := 117{,}708 : x = 19{,}95$, d. i. 100 Theile Schwefelsäure erfordern 117,708 Kaliumoxyd, und diese enthalten 19,95 Oxygen; welche Zahl mithin die Sättigungscapacität der Schwefelsäure ist.

[Kürzer wird die Sättigungscapacität auf dem zweyten Wege

(§. 50 β. Anm.) aus der chemischen Bezeichnung der Säure gefunden. Diese ist = $\ddot{\underline{S}}$, sie enthält also 4 Atome Oxygen, und ihre Sättigungscapacität ist mithin = ¼.]

β) *Den Oxygengehalt eines Oxydes zu finden.* Dieser lässt sich nach der Sättigungscapacität aus irgend einem neutralen Salze des betreffenden Oxydes berechnen; z. B. der Oxygengehalt des Kaliumoxydes aus dem schwefelsauren Kaliumoxyd. 100 Theile Schwefelsäure sättigen bekanntlich (oben α) 117,708 Theile Kaliumoxyd. Die Sättigungscapacität der Schwefelsäure ist aber = 19,95; 117,708 Theile Kaliumoxyd werden also 19,95 Theile Oxygen enthalten: woraus sich sodann auch für 100 Theile das Verhältniss berechnen lässt.

γ) *Die Atomzahl einer Säure zu finden.* Da in den neutralen Salzen immer 1 Atom des in der Basis enthaltenen Oxygens 1 Atom Säure bedingt (§. 49); so kann diese Aufgabe schon aus der Zusammensetzung eines Neutralsalzes, welches diese Säure mit irgend einem bekannten Oxyde bildet, berechnet werden: denn man wird nur die Menge des darin enthaltenen Oxydes bis zur Atomzahl dieses letztern vergrössern, und dann verhältnissmässig auch die Säuremenge steigern dürfen; welche letztere Zahl sodann die Atomzahl der Säure so oft enthalten muss, als ein Atom des Oxydes Oxygenatome enthält. Z. B. Man wisse dass 100 Theile Kaliumoxyd sich mit 84,9558 Theilen Schwefelsäure zum neutralen Salze verbinden, und dass 1 Atom Kaliumoxyd = 1179,832 sey. Es wird also 100 auf 1179,832 und eben darum (100 : 1179,832 = 84,9558 : x = 1002,33) 84,9558 auf 1002,33 erhoben werden müssen; woraus sich ergibt, dass 1 Atom Kaliumoxyd, = 1179,832 Theilen, 1002,330 Schwefelsäure fordert. Nun weiss man aber dass 1 Atom Kaliumoxyd = $\dot{\dot{K}}$ 2 Atome Oxygen enthält; es werden mithin auch

die 1002,33 Theile Schwefelsäure = 2 Atomen, und mithin wird 1 Atom der Schwefelsäure = $\frac{1002,33}{2}$ = 501,165 seyn.

δ) *Das Verhältniss in welchem ein Oxyd eine Säure sättigen wird, zu berechnen.* Es folgt aus dem Vorigen (γ) dass 1 Atom eines Oxydes immer so viele Atome Säure sättigen wird, als es selbst Oxygenatome enthält. Dieses Verhältniss lässt sich aber auch aus der Sättigungscapacität folgern. Z. B. man weiss, dass 100 Theile Kaliumoxyd 16,952 Theile Oxygen enthalten; wie viel Schwefelsäure werden sie sättigen? — die Sättigungscapacität der Schwefelsäure ist = 19,95; d. h. 19,95 Theile Oxygen im Oxyde bedingen 100 Theile Schwefelsäure. Es wird also nur die Frage entstehen, wie viel 16,952 Oxygen bedingen? Es wird folglich 19,95 : 100 = 16,952 : x = 84,97 seyn. Oder 100 Theile Kaliumoxyd werden 84,97 Theile Schwefelsäure erfordern.

ε) *Das Verhältniss in welchem sich zwey Aräoide mit einander verbinden können, zu finden.* Wie diess geschieht ergibt sich aus dem früheren (§. 50 γ).

ζ) *Die Menge einer Säure oder einer Basis zu finden, welche hinreichend ist, in irgend einem Salze die darin enthaltene Menge einer andern Säure oder Basis zu ersetzen.* Diese Aufgabe ergibt sich immer in dem Falle, wo man aus irgend einem Salze die Säure oder die Basis entfernen, und durch eine andere Säure oder Basis ersetzen, und mithin neue Salze erzeugen, und zugleich den einen Factor ausscheiden will. — Da nun in den neutralen Salzen immer 1 Atom in der Basis enthaltenen Oxygens 1 Atom Säure bedingt; so wird man auch immer eine solche Menge des Tauschmittels anwenden müssen, dass sie zum Ersatz des auszuscheidenden Factors hinreichend sey. Z. B. Es soll aus 1 Atom schwefelsaurem Kaliumoxyd = $\dot{K}$ und $\dddot{S}^2$

das Kaliumoxyd entfernt und durch Baryumoxyd ersetzt werden, wie viel wird des letztern erforderlich seyn? Das Baryumoxyd ist = $\underline{\ddot{B}}a$. Es wird also 1 Atom $\underline{\ddot{B}}a$ hinreichend seyn, weil es, wie das auszuscheidende $\underline{\ddot{K}}$ 2 Atome Oxygen enthält, und dasselbe also vollkommen ersetzen kann. — Wäre aus dem azotsauren Mercuroxydul = $\underline{\dot{H}}g$ und $\underline{\overset{\vdots\vdots}{A}}$ das $\underline{\dot{H}}g$ zu entfernen und durch $\underline{\ddot{K}}$ zu ersetzen, so würden 2 Atome des erstern gegen 1 Atom $\underline{\ddot{K}}$ erforderlich seyn; weil das $\underline{\dot{H}}g$ nur 1 Atom Oxygen enthält. — Wäre hingegen aus dem schwefelsauren Eisenoxyd = $\underline{\dddot{F}}e$ und $\underline{\dddot{S}}^3$ das $\underline{\dddot{F}}e$ zu entfernen und durch $\underline{\ddot{K}}$ zu ersetzen; so würden 2 Atome des erstern gegen 3 Atome $\underline{\ddot{K}}$ erforderlich seyn, weil 2 Atome $\underline{\dddot{F}}e$ und 3 Atome $\underline{\ddot{K}}$ gleichviel, nähmlich 6 Atomen Oxygen enthalten. — Wäre endlich aus 1 Atom azotsaurem Baryumoxyd = $\underline{\ddot{B}}a$ und $\underline{\overset{\vdots\vdots}{A}}^2$ die $\underline{\overset{\vdots\vdots}{A}}^2$ zu entfernen und durch Schwefelsäure zu ersetzen, so müsste man 2 Atome = $\underline{\dddot{S}}^2$ verwenden; weil das $\underline{\ddot{B}}a$ 2 Atome Oxygen enthält.

η) *Die Quantitäten zu bestimmen, in welchen zwey neutrale Salze ihre Bestandtheile vertauschen, und zwey neue ebenfalls neutrale Salze erzeugen können.* Dieser Fall kommt in der chemischen Praxis häufig vor, und ist, wie sich weiterhin zeigen wird, ein Mittel zur Erzeugung verschiedener Salze. Da nun in allen neutralen Salzen 1 Atom im Oxyde enthaltenen Oxygens 1 Atom Säure bedingt; so folgt daraus auch, dass sie alle diesem Gesetze entsprechend zusammengesetzt seyn müssen. Soll daher der vollständige Umtausch der Bestandtheile zweyer Salze erfolgen, so wird man folglich dahin zu trachten haben; dass solche Quantitäten beyder Salze verwendet werden, in welchen die Oxyde beyder Salze eine gleiche Anzahl Oxygenatome

enthalten. — So wird z. B. 1 Atom schwefelsaures Kaliumoxyd = $\underline{\ddot{K}}$ und $\underline{\dddot{S}}^2$ mit 1 Atom azotsaurem Baryumoxyd = $\underline{\ddot{Ba}}$ und $\underline{\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{A}}^2$, die Bestandtheile vollständig austauschen können; weil 1 Atom $\underline{\ddot{K}}$ eben so viel Atome Oxygen enthält, als 1 Atom $\underline{\ddot{Ba}}$, und zugleich daraus folgt, dass auch beyde Salze 2 Atome Säure enthalten. — Es werden dagegen, wenn das schwefelsaure Eisenoxyd = $\underline{\dddot{Fe}}$ und $\underline{\dddot{S}}^3$ mit dem muriumsauren Kalimoxyd = $\underline{\ddot{K}}$ und $\underline{\ddot{M}}^2$ die Bestandtheile tauschen soll, 2 Atome des erstern und 3 Atome des letztern erforderlich seyn; weil nur bey diesem Verhältniss die Oxyde beyder Salze gleichviel Oxygenatome enthalten.

9) *Die Atomzahl eines noch nicht näher bekannten Oxydes zu finden.* Wenn mehrere Oxydationsstufen desselben Radicals bekannt sind, so findet sich die Atomzahl auf die früher (§. 38) angezeigte Weise ziemlich sicher. Ist aber nur ein Oxyd desselben bekannt, so wird es wieder wahrscheinliech, dass dasselbe 2 Atomen Oxygen enthalte; weil die meisten Oxyde diese Zusammensetzung zeigen. In dieser Voraussetzung darf man also nur aufsuchen, wie viel von dem in Frage stehenden Oxyde erforderlich ist, um mit 2 Atomen einer bekannten Säure, z. B. der Schwefelsäure, ein neutrales Salz zu bilden; denn diese Menge wird 1 Atom des Oxydes seyn. Z. B. 2 Atome Schwefelsäure, = 1002,330 Theilen, hätten zur neutralen Salzbildung 950,120 Theile des Oxydes erfordert, so wird das Atomgewicht des letztern = 950,120 seyn. Dieses Oxyd müsste aber der Voraussetzung gemäss 2 Atome Oxygen enthalten, und mithin die Atomzahl seines Radicals = 750,120 seyn. — Bey dieser Bestimmung bleibt jedoch immer noch der Zweifel empor: ob das Oxyd nicht vielleicht nur 1 oder vielleicht sogar 3 Atome Oxygen enthalte? Ueber solchen Zweifel lässt

sich indessen nur entscheiden, wenn mehrere Oxyde derselben Substanz bekannt werden (§. 38). — Fände man in solchem Falle, dass das Oxyd nur 1 Atom Oxygen enthalte, so müsste die Atomzahl natürlich auf die Hälfte = 475,06 (nur 1 Atom Säure sättigend) herabgesetzt werden; so wie jene Zahl, wenn das Oxyd 3 Atome Oxygen enthielte, um die Hälfte, d. i. bis zu 1425,180 (3 Atomen Säure sättigend) vergrössert werden müsste. Im ersten Falle würde mithin auch die Atomzahl des Radicals nur = 375,060, im zweyten hingegen = 1125,180 seyn; weil nähmlich im ersten Falle 1 Atom Oxygen = 100, im zweyten hingegen 3 Atome = 300 abzuziehen wären.

ε) *Die Atomzahl eines Aräoids (unzerlegten Stoffes) zu finden.* Sind mehrere Oxydationstufen eines solchen Körpers bekannt, so ergibt sich die Atomzahl auf die früher gezeigte Weise (§. 38). Wo diess aber nicht der Fall ist, wird man genöthiget, nach der vorhin (ϑ) befolgten Methode, das Oxyd, und aus diesem auch das Atomgewicht des Radicals zu folgern; wobey man aber freylich den angeführten Zweifeln überlassen bleibt.

§. 52. Was im Vorigen von den Verbindungen der Basen mit Säuren angeführt wurde, das gilt nun wohl auch von allen übrigen auf dieser Stufe der Zusammensetzung stehenden Verbindungen, sobald man sie nicht als Säure und Basis, sondern als active und passive Factoren ansieht. Und wenn gleich dabey noch viele Anomalieen vorzufinden sind, so ist man dennoch zu hoffen berechtiget, dass diese — in sofern sie nicht vom allgemeinsten Naturgesetze (§. 3) abhängig sind — bey dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft bald verschwinden werden.

[*J. B. Richter*, Anfangsgründe der Stöchiometrie, oder Messkunst chemischer Elemente. Breslau 1792. — *Meinecke* chemische Messkunst. Halle 1815. — *Bischoff* Lehrbuch der

Stöchiometrie. Erlangen 1819. — *Berzelius* Versuch über die Theorie der chem. Proportionen. Dresden 1820. — *Dessen* Lehrb. der Chem. B. III. — *Dessen* Bestimm. d. relat. Anzahl von 1fachen Atomen in chem. Verbindungen, in *Poggendorfs* Annalen. der Ch. und Ph. VII, 397; VIII, 1,127; X. 339. — *M. Atomenl.* Wien 1834.]

§. 53. Was endlich die chemische Bezeichnung dieser auf der 3. Stufe der Zusammensetzung stehenden Verbindungen anbetrifft; so geschieht diese ebenfalls nach den oben (§. 39) angezeigten Grundsätzen, in dem man die beyden Factoren entweder durch das + Zeichen verbindet, oder auch, wo es sich thun lässt, bloss neben einander stellet, und jeden insbesondere, wenn er aus mehreren Gliedern bestehet, in Parenthesen einschliesset. Z. B.

Das *schwefelsaure Kaliumoxyd*, bestehend aus 1 Atom $\ddot{\underline{K}}$ und 2 Atomen $\dddot{\underline{S}}$, ist $= (\underline{K}+2\underline{O})+2(\underline{S}+4\underline{O}) = \underline{K}\underline{O}^2+(\underline{S}\underline{O}^4)^2 = \ddot{\underline{K}}\dddot{\underline{S}}^2$;

das *schwefelsaure Alumiumoxyd*, bestehend aus 1 Atom $\dddot{\underline{Al}}$ und 3 Atomen $\dddot{\underline{S}}$, ist $= (\underline{Al}+3\underline{O})+3(\underline{S}+4\underline{O}) = \underline{Al}\underline{O}^3+(\underline{S}\underline{O}^4)^3 = \dddot{\underline{Al}}\dddot{\underline{S}}^3$;

das *hydrogensaure Kaliumoxyd*, bestehend aus 1 Atom $\ddot{\underline{K}}$ und 2 Atomen $\dot{\underline{H}}$, ist $= (\underline{K}+2\underline{O})+2(\underline{H}+\underline{O}) = \underline{K}\underline{O}^2+(\underline{H}\underline{O})^2 = \ddot{\underline{K}}\dot{\underline{H}}^2$;

das *azotsaure Mercuroxydul*, bestehend aus 1 Atom $\dot{\underline{Hg}}$ und 1 Atom $\dddot{\underline{A}}$, ist $= (\underline{Hg}+\underline{O})+(\underline{A}+6\underline{O}) = \underline{Hg}\underline{O}+\underline{A}\underline{O}^6 = \dot{\underline{Hg}}\dddot{\underline{A}}$;

das *Carbonsubhydroidulhydrat*, bestehend aus 1 Atom $\underline{C}\underline{H}$ und 1 Atom $\dot{\underline{H}}$, ist $= (\underline{C}+\underline{H})+(\underline{H}+\underline{O}) = \underline{C}\underline{H}+\dot{\underline{H}}$ *).

*) In der Atomenlehre (Wien 1834) hatte der Verfasser in den Formeln der Salze die Säuren immer vorausgesetzt, um die Formeln den deutschen und lateinischen Benennungen analog zu construiren. Hier und in der Folge sind dagegen die activen, die Einheit bildenden Factoren vorangestellt worden; weil der Verfasser seitdem nur noch mehr von der Wichtig-

§. 54. Will man insbesondere zu diesen Formeln auch noch die Atomzahlen construiren, so geschieht diess wieder wie oben (§. 40), indem man die Atomzahlen der Factoren addirt, folgendermaassen:

1 Atom $\ddot{K}$ = 1179,832; 1 Atom $\dddot{S}$ = 501,165. Die Atomzahl des $\ddot{K}\dddot{S}^2$ wird also = 1179,832 + 501,165 × 2 = 2182,162 seyn;

1 Atom $\dddot{\overline{Al}}$ = 642,334; 1 Atom $\dddot{S}$ = 501,165. Die Atomzahl für das $\dddot{\overline{Al}}\dddot{S}^3$ wird also = 642,334 + 501,165 × 3 = 2145,829 seyn;

1 Atom $\ddot{K}$ = 1179,832; 1 Atom $\dot{H}$ = 112,4796. Die Atomzahl des $\ddot{K}\dot{H}^2$ wird also = 1179,832 + 112,4796 × 2 = 1404,791 seyn;

1 Atom $\dot{Hg}$ = 2631,644; 1 Atom $\dddot{\underline{A}}$ = 677,036. Die Atomzahl des $\dot{Hg}\dddot{\underline{A}}$ wird also = 2631,644 + 677,03 = 3308,680 seyn;

1 Atom $\underline{CH}$ = 65,3536; 1 Atom $\dot{H}$ = 112,4796. Die Atomzahl des $\underline{CH}+\dot{H}$ wird also = 65,3536 + 112,4796 = 177,833 seyn.

Die durch solche Zahlen und Zeichen repräsentirten Verbindungen sind nun wieder fähig sich paarweise zu verbinden, und die auf der 4. Stufe der Zusammensetzung stehenden Körper (§. 20 *E*) zu erzeugen.

[Hier ist es am Orte, durch Besichtigung mit den auf der 4. Stufe der Zusammensetzung stehenden Körpern bekannt zu werden.]

dd) *Verbindungen auf der 4. Stufe der Zusammensetzung.*

(Zusammengesetzte Atome der vierten Ordnung.)

§. 55. Auf dieser Stufe der Zusammensetzung finden

keit des zwischen den Factoren obwaltenden Verhältnisses überzeugt worden ist. (S. §. 21). Besser ist besser.

sich zwar sehr viele, aber dennoch eine geringere Anzahl von Verbindungen, als auf der 3. Stufe; weil viele auf dieser letztern stehende Körper der gegenseitigen Vereinigung unfähig sind — wenigstens nach den bisherigen Untersuchungen.

Auch hier finden wir wieder die Oxygenverbindungen, d. i. die aus zwey Salzen zusammengesetzten Körper, oder die sogenannten *Doppelsalze* am schärfsten ausgezeichnet; die jedoch von vielen Chemikern auch *Trippelsalze*, *dreyfache Salze*, genannt werden; indem man voraussetzt, dass sich in denselben eine Basis mit zwey Säuren, oder eine Säure mit 2 Basen verbunden habe.

[Beyspiele solcher Doppelsalze sind: das *schwefelsaure Kalium-Alumiumoxyd*, welches aus schwefelsaurem Kaliumoxyd und schwefelsaurem Alumiumoxyd zusammengesetzt ist (§. 21); und das aus schwefelsaurem Eisenoxydul und schwefelsaurem Kupferoxyd bestehende *schwefelsaure Eisenoxydul-Kupferoxyd.*]

Minder scharf ausgezeichnet sind dann in abfallender Ordnung die übrigen auf dieser Stufe stehenden Verbindungen, und es gilt folglich auch hier, was im Früheren von den Verbindungen auf der 3. Stufe (§. 52) angeführt wurde. Es ist jedoch über jene Verbindungen der 4. Stufe der Zusammensetzung noch Einiges zu bemerken; welche in ihren beyden Factoren irgend einen Bestandtheil gemeinschaftlich enthalten, und also aus gleichem Grunde, wie die Doppeloxyde (§. 44) zu Irrungen Anlass geben können. Von solcher Beschaffenheit sind nun vor allen andern die *Hydratsalze* und die *organischen Verbindungen.*

§. 56. *Hydratsalze* nennet man diejenigen, die aus zwey Hydraten zusammengesetzt sind. Man hat diese Verbindungen gewöhnlich, indem man das Wasser nicht beachtete, der dritten Stufe der Zusammensetzung zugezählt, obwohl sie ohne Zweifel in die Reihe der Doppelsalze gehören.

[Ein solches Doppelsalz ist das sogenannte *krystallisirte schwefelsaure Calciumoxyd*, welches aus 1 Atom $\underline{C}a$, 2 Atomen

$\underline{\dddot{S}}$ und 4 Atomen $\underline{\dot{H}}$ zusammengesetzt ist, und gewöhnlich als ein einfaches, aber Wasser enthaltendes Salz angesehen, und daher mit $\underline{\dot{C}a}\dddot{S}^2 + 4\underline{\dot{H}}$ bezeichnet wird. Es kann aber richtiger als ein Doppelsalz betrachtet werden, und wird dann $\underline{\dot{C}a}\dot{\underline{H}}^2$ und $(\dot{H}\dddot{S})^2$ zusammengesetzt seyn.]

Noch mehr Unordnung bringen aber in die Lehre von den bestimmten Verbindungsverhältnissen die *Halbhydratsalze*, d. i. jene Doppelsalze, welche aus einem einfachen Salze und einem sogenannten Hydrate zusammengesetzt sind; weil, wenn man sich verleiten lässt, das Wasser nicht zu beachten, der Rest solcher Salze immer in sehr gebrochenen Atomen zum Vorschein kommt.

[Ein solches Beyspiel gibt das *Azot- und hydrogensaure Bleyoxyd* (oder salpetersaure Bleyoxydhydrat) welches aus $\dot{P}b\dddot{A}^2$ und $(\dot{P}b\underline{\dot{H}}^2)^2$ bestehet, und sobald man das darin enthaltene Wasser nicht gehörig beachtet, als ein einfaches Salz erscheint, welches gegen 1 Atom Säure 1 $1/2$ Atom Oxyd enthält (drittelsalpetersaures Bleyoxyd genannt).]

§. 57. Die meisten Schwierigkeiten endlich finden sich, in Absicht auf die genaue Ausmittelung der Zusammensetzungsweise jener auf der 4. Stufe der Zusammensetzung stehenden Verbindungen, welche nicht nur als nächste Bestandtheile ein oder zwey Hydrate enthalten; sondern bey welchen diese nächsten Bestandtheile überdiess noch selbst wieder dergestalt zusammengesetzt sind, dass ihre activen Factoren in ihrer eigenen Zusammensetzung (auf der 2. Stufe der Zusammensetzung) einen und denselben Stoff als activen Factor enthalten: denn eben dieser gemeinschaftliche Factor (auf der 2. Stufe der Zusammensetzung) gibt sodann die Veranlassung, dass sich oft mehr als eine Zusammensetzungsweise für eine und dieselbe Substanz combiniren lässt. — Am häufigsten ergibt sich dieser Fall daher auch bey den *organischen Substanzen;* die als solchen gemeinschaftlichen Hauptfactor das *Carbon* enthalten, und überdiess so leicht zerstörbar sind, dass sie auch

durch geringe Veranlassungen unordentlich zerfallen. Bey diesen werden also auch wiederholte sorgfältige Untersuchungen nothwendig seyn, damit endlich die Zweifel verschwinden, die jetzt noch bey den meisten derselben vorwalten.

[Ein Beyspiel gibt die sogenannte *Essigsäure.* Chemische Untersuchungen haben gezeigt, dass sie als entfernte Bestandtheile 2 Atome Carbon, 3 Atome Hydrogen und 5 Atome Oxygen enthält. Aus diesen einzelnen Atomen lässt sich nun aber combiniren, dass die Essigsäure, nach der dualistischen Zusammensetzungsregel, entweder aus $\dddot{\underline{C}}\dot{\underline{H}}$ und $\underline{C}\underline{H}+\dot{\underline{H}}$, oder aus $\ddddot{\underline{C}}+\underline{C}\underline{H}^3$ zusammengesetzt sey, und im ersten Falle auf die 4te, im zweyten hingegen auf die 3. Stufe der Zusammensetzung gehöre. Ja man kann sie sogar als eine Verbindung aus $\ddddot{\underline{C}}\dot{\underline{H}}$ mit $\underline{C}\underline{H}^2$, oder als $\ddddot{\underline{C}}$ und $\underline{C}\underline{H}^2+\dot{\underline{H}}$ ansehen. Die erste dieser Ansichten ist jedoch die wahrscheinlichste, weil sie dem vierten Verbindungsgesetze (§. 23) am meisten entspricht.]

§. 58. Was insbesondere die quantitativen Verhältnisse anbetrifft, in welchen sich auf dieser Stufe die Factoren vereinigen; so gelten auch hier die auf der 3. Stufe der Zusammensetzung vorkommenden Gesetze (§. 48). Nur sind sie oft schwieriger auszumitteln als dort, aus Ursachen ihrer mehrfachen Complication; wie bereits vorhin (§. 57) nachgewiesen wurde.

§. 59. Was endlich die chemische Bezeichnung der auf der 4. Stufe der Zusammensetzung stehenden Verbindungen angehet, so gelten wieder dieselben Regeln (§. 53); wie folgende Beyspiele zeigen:

das *schwefelsaure Kalium-Alumiumoxyd*, bestehend aus 1 Atom $\dot{\underline{K}}\dddot{\underline{S}}^2$ und 2 Atomen $\dddot{\underline{Al}}\dddot{\underline{S}}^3$, ist $=\dot{\underline{K}}\dddot{\underline{S}}^2+2(\dddot{\underline{Al}}\,\dddot{\underline{S}}^3)=\dot{\underline{K}}\dddot{\underline{S}}^2+(\dddot{\underline{Al}}\,\dddot{\underline{S}}^3)^2$;

das *schwefelsaure Calciumoxydhydrat*, bestehend aus 1 Atom $\ddot{\underline{C}}a\,\dot{\underline{H}}^2$ und 2 Atomen $\dddot{\underline{S}}\dot{\underline{H}}$, ist $=\ddot{\underline{C}}a\,\dot{\underline{H}}^2+2(\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{S}})=\ddot{\underline{C}}a\dot{\underline{H}}^2+(\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{S}})^2$;

das *azot- und hydrogensaure Bleyoxyd*, bestehend aus 1 Atom $\underline{\ddot{P}b}\,\underline{\dddot{A}}^2$ und 2 Atomen $\underline{\ddot{P}b}\,\underline{\dot{H}}^2$, ist = $\underline{\ddot{P}b}\,\underline{\dddot{A}}^2 + 2(\underline{\ddot{P}b}\,\underline{\dot{H}}^2) = \underline{\ddot{P}b}\,\underline{\dddot{A}}^2 + (\underline{\ddot{P}b}\,\underline{\dot{H}}^2)^2$;

die sogenannte *Essigsäure*, bestehend aus 1 Atom $\underline{C}\underline{H} + \underline{\dot{H}}$ und 1 Atom $\underline{\dddot{C}}\,\underline{\dot{H}}$, ist $= (\underline{C}\underline{H} + \underline{\dot{H}}) + \underline{\dddot{C}}\,\underline{\dot{H}}$.

Will man insbesondere die Atomzahlen zu diesen Formeln wissen, so werden sie wieder durch die Addition der Atomzahlen ihrer Factoren (§. 54) gebildet. Es ist nähmlich:

1 Atom $\underline{\dot{K}}\,\underline{\ddot{S}}^2 = 2182{,}162$; 1 Atom $\underline{\dddot{Al}}\,\underline{\ddot{S}}^3 = 2145{,}829$. Die Atomzahl für das $\underline{\dot{K}}\,\underline{\ddot{S}}^2 + (\underline{\dddot{Al}}\,\underline{\ddot{S}}^3)^2$ ist also $= 2182{,}162 + 2145{,}829 \times 2 = 6473{,}820$;

1 Atom $\underline{\dot{C}a}\,\underline{\dot{H}}^2 = 936{,}998$; 1 Atom $\underline{\dot{H}}\,\underline{\ddot{S}} = 613{,}645$. Die Atomzahl des $\underline{\dot{C}a}\,\underline{\dot{H}}^2 + (\underline{\dot{H}}\,\underline{\ddot{S}})^2$ ist also $= 936{,}998 + 613{,}645 \times 2 = 2164{,}288$;

1 Atom $\underline{\ddot{P}b}\,\underline{\dddot{A}}^2 = 4143{,}068$; 1 Atom $\underline{\ddot{P}b}\,\underline{\dot{H}}^2 = 3013{,}956$. Die Atomzahl des $\underline{\ddot{P}b}\,\underline{\dddot{A}}^2 + (\underline{\ddot{P}b}\,\underline{\dot{H}}^2)^2$ ist also $= 4143{,}068 + 3013{,}956 \times 2 = 10170{,}980$;

1 Atom $\underline{C}\underline{H} + \underline{\dot{H}} = 177{,}833$; 1 Atom $\underline{\dddot{C}}\,\underline{\dot{H}} = 465{,}354$. Die Atomzahl des $(\underline{C}\underline{H} + \underline{\dot{H}}) + \underline{\dddot{C}}\,\underline{\dot{H}}$ ist also $= 177{,}833 + 465{,}354 = 643{,}187$.

Diese Verbindungen sind auch wieder fähig sich paarweise zu vereinigen, und auf der 5. Stufe der Zusammensetzung stehende Verbindungen zu erzeugen.

[Hier ist es zweckmässig, mit den auf der 5. Stufe stehenden Verbindungen durch den Augenschein bekannt zu werden.]

ee) *Verbindungen auf der 5. Stufe der Zusammensetzung.*
(Zusammengesetzte Atome der fünften Ordnung.)

§. 60. Auch auf dieser Stufe der Zusammensetzung findet man noch viele Verbindungen vor; denn nicht nur werden alle Doppelsalze, sobald sich zwey derselben vereinigen, oder auch nur bey einem durch Wasseraufnahme

die Säuren sowohl als die Basen in Hydrate übergehen, zu dieser Zusammensetzungsstufe emporgehoben; sondern es gehören insbesondere hierher auch alle Verbindungen der sogenannten *organischen Säuren* (die selbst auf der 4. Stufe stehen) mit Basen, und eben so jene organischen Substanzen, die nebst dem Carbon auch noch Azot enthalten.

Auch hier sind aber wieder die complicirten Oxygenverbindungen am schärfsten ausgesprochen; während die organischen Verbindungen bey der Erforschung ihrer Zusammensetzungsverhältnisse, ihrer grössern Complication wegen (§. 57) auch grössere Schwierigkeiten darbiethen, als auf der 4. Stufe der Zusammensetzung.

Ein Beyspiel für diese Zusammensetzungsstufe gibt uns das vorhin (§. 59) angeführte *schwefelsaure Kalium-Alumiumoxyd*, sobald es durch die Verbindung jedes seiner oxydirten Bestandtheile mit Wasser zum Hydratsalze erhoben wird, wie folgt:

$$(\ddot{K}\dot{\underline{H}}^2 + (\dot{\underline{H}}\dddot{S})^2) + (\dddot{\underline{Al}}\dot{\underline{H}}^3 + (\dot{\underline{H}}\dddot{S})^3)^2,$$

und soll vom Ganzen die Atomzahl ausgemittelt werden; so wird diess ebenfalls durch die Addition der Atomzahlen der Factoren geschehen können. Es ist nähmlich 1 Atom $\dot{\underline{H}}\dddot{S}$ = 613,645; 1 Atom $\ddot{K}\dot{\underline{H}}^2$ = 1404,791; 1 Atom $\dddot{\underline{Al}}\dot{\underline{H}}^3$ = 979,773. Nun sind aber in der ganzen Verbindung 8 Atome $\dot{\underline{H}}\dddot{S}$ = 4909,160; 2 Atome $\dddot{\underline{Al}}\dot{\underline{H}}^3$ = 1959,546; und 1 Atom $\ddot{K}\dot{\underline{H}}^2$ = 1404,792. — Die Atomzahl des Ganzen wird also seyn = 4909,160 + 1959,546 + 1404,792 = 8273,498.

Solche Verbindungen vereinigen sich aber wieder zu Verbindungen auf der 6. Stufe der Zusammensetzung.

[Hier ist es am Orte, sich durch die Ansicht mit Verbindungen der 6. Stufe bekannt zu machen.]

ff) Verbindungen auf der 6. Stufe der Zusammensetzung.
(Zusammengesetzte Atome der sechsten Ordnung.)

§. 61. Auch diese Verbindungen entstehen, wie die Vorigen (§. 60), entweder durch die Vereinigung zweyer Verbindungen der vorigen Stufe, oder durch den Uebergang einer derselben in den Hydratzustand; oder auch durch die Vereinigung der auf der 5. Stufe stehenden Carbon und Azot enthaltenden organischen Substanzen mit Oxyden.

[Ein Beyspiel einer Oxygenverbindung auf dieser Stufe gibt uns der sogenannte *Tripelalaun*; ein Beyspiel eines hierher gehörigen Hydratsalzes, der *Doppelalaun*, wenn er in den Hydratzustand übergehet. Ein Beyspiel der dritten Art biethen uns alle Salze der sogenannten Pflanzenbasen dar.]

gg) Verbindungen der noch höheren Stufen der Zusammens.
(Höher zusammengesetzte Atome.)

§. 62. Ueber die noch höheren Stufen der Zusammensetzung hat man aus der Erfahrung nur wenig aufzuweisen; doch biethet uns der vorhin erwähnte *Tripelalaun* (§. 61), sobald er in den Hydratzustand übergehet, eine auf der 7. Stufe der Zusammensetzung stehende Verbindung dar. Auch ist kaum zu zweifeln, dass sich mit der Zeit unter den organischen Verbindungen mehrere solche Beyspiele finden werden. Ganz bestimmt lässt sich dieses aber insbesondere bey den sogenannten Fettsäuren erwarten; die sich wohl nur darum den Verbindungsgesetzen nicht fügen, weil sie höchst wahrscheinlich aus mehreren sogenannten organischen Säuren zusammengesetzt sind; die also ohne Zweifel durch die Vereinigung mit Basen sehr hoch zusammengesetzte Verbindungen erzeugen müssen. Wie hoch sich übrigens die weiteren Zusammensetzungsstufen noch steigern können, diess vermögen wir also zur Zeit wohl nicht mit Gewissheit zu bestimmen. Mit gutem Grunde lässt sich aber vermuthen, dass die Gränze nicht sehr ferne liegen werde; weil mit der steigenden Complication der zu verbindenden Körper auch

die Anzahl der in Collision kommenden Ursachen der chemischen Verbindung wachsen muss: wodurch, aus Gründen, die der zweyte Abschnitt enthüllen wird, nicht selten complicirtere Verbindungen zerfallen, und in minder complicirte übergehen können.

b) Chemische Verbindungen des 2. Grades.

§. 63. Wie die *chemischen Verbindungen des zweyten Grades* sich von denen des ersten Grades unterscheiden, wurde bereits im frühern (§. 22) bemerkt, und wird in der Folge (§. 108) sich noch vielseitiger nachweisen lassen. Es kann also vorläufig genügen, wenn hier einige Beyspiele solcher Art angezeigt werden.

Sämmtliche hierher gehörige Verbindungen lassen sich aber in drey Gruppen abtheilen, je nachdem der Charakter solcher Verbindungen vollständiger oder minder vollständig hervortritt. Durch diese Abstufungen in den Erfolgen bilden diese Verbindungen des zweyten Grades gleichsam die Zwischenglieder von den rein mechanischen Verbindungen, bis zu den chemischen Verbindungen des ersten Grades.

§. 64. Zu den *vollständigsten* chemischen Verbindungen des zweyten Grades gehören alle jene Fälle, wo ein Körper *A* von dem andern *B* dergestalt aufgenommen wird, dass er ganz darin verschwindet, und durch die Sinne nicht mehr wahrzunehmen ist; ohne dass jedoch eine den angezeigten Verbindungsgesetzen entsprechende Verbindung des ersten Grades entstehet. Man hat solche Verbindungen *Auflösungen* genannt; und diese können wieder dreyerley seyn; je nachdem sie so flüssig wie die Luft, d. i. *gasförmig* (oder luftförmig), oder *tropfbarflüssig* wie das Wasser, oder im *festen* Zustande erscheinen.

Ein Beyspiel der *gasförmigen Auflösung* gibt uns schon die atmosphärische Luft: die bekanntlich, ausser ihren wesentlichen Bestandtheilen, sehr verschiedene Substanzen

anderer Art, und nahmentlich immer eine gewisse Menge Wasser aufgelöst enthält. Hierher gehören aber auch alle Dämpfe, in welche viele Körper, z. B. das Wasser beym Erhitzen übergehen; weil sie wirklich wahre Auflösungen im Aräon sind.

Ein Beyspiel der *tropfbarflüssigen Auflösung* gibt uns zunächst das natürlich vorkommende Wasser der Meere und fast aller Quellen und Flüsse; da es immer mehrere andere Substanzen, und nahmentlich Salze, aufgelöst enthält. Häufiger finden wir solche Beyspiele in chemischen Werken vor, da man bereits die Auflöslichkeit vieler Körper nicht nur im *Wasser*, sondern auch in andern Flüssigkeiten, als z. B. im *Alkohol*, im *Aether*, in den *flüchtigen* und *fetten Oehlen* u. s. w. entdeckt, und sogar bey vielen auch bestimmt hat, wie viel das *Auflösmittel* (d. i. der flüssige Theil) von dem aufzulösenden Körper als Maximum aufzunehmen fähig ist.

Ein Beyspiel einer solchen hierher gehörigen Verbindung, die im festen Zustande erscheint, geben uns alle Gemische aus *Harz*, *Wachs*, *Fett* und *Oehl*, oder aus verschiedenen *Metallen*, und endlich alle im gemeinen Leben vorkommenden *Glasgattungen:* denn obwohl ihre Bestandtheile zum Theil auch zu Verbindungen des ersten Grades vereiniget sind; so findet dennoch gewöhnlich an einem der näheren Bestandtheile ein bedeutender Ueberschuss Statt, in welchem jene Verbindungen des ersten Grades aufgelöst sind. Solche Verbindungen werden, wie sich weiterhin zeigen wird, durch Schmelzung in der Hitze erzeugt, und gehören also allerdings zu den Auflösungen: die aber beym Erkalten in den starren Zustand übergegangen sind; wie diess auch mit vielen wässerigen Auflösungen geschieht, wenn sie der Kälte ausgesetzt werden.

§. 65. *Minder vollendete* Verbindungen des zweyten Grades ergeben sich dann, wenn die Vereinigung in solcher Art erfolgt, dass noch wenigstens einer der Bestandtheile sinnlich wahrzunehmen ist.

Ein solches Beyspiel geben uns alle *porösen festen Körper*, indem sie verschiedene Mengen von flüssigen Substanzen, in mehr oder weniger verdichtetem Zustande, in ihre Zwischenräume aufnehmen. Nahmentlich saugt auf solche Weise die frisch ausgeglühte und wieder erloschene Kohle verschiedene, und oft sehr bedeutende Quantitäten verschiedener Luftarten ein; so zwar, dass diese dabey in hohem Grade verdichtet werden müssen.

Auf eine ähnliche Weise wird auch das *Licht* von vielen Körpern, z. B. von den Diamanten, eingesogen; die dasselbe sodann im Dunkeln wieder fahren lassen, und so jenes schwache Leuchten erzeugen, welches die Phosphorescenz genannt wird.

Ein ähnliches Beyspiel geben ferner auch die meisten krystallisirten Salze, Säuren und Basen; welche während ihrem Uebergang zur regelmässigen oder krystallinischen Form oft sehr bedeutende Mengen Wassers in die Zwischenräume der Krystalle aufnehmen und scheinbar in den festen Zustand versetzen. Die Bestimmung der quantitativen Verhältnisse, in welchen die Körper das solchergestalt aufgenommene Wasser, das sogenannte *Krystallwasser* enthalten, hat bisher grosse Schwierigkeiten gehabt; weil sie nur dann erst möglich wird, wenn man vorher in allen solchen Körpern die Menge des im ersten Grade der chemischen Verbindung aufgenommenen Hydratwassers (§. 44) gefunden hat: durch dessen Subtraction von der ganzen vorhandenen Wassermenge, sich erst als Rest auch die wahre Menge des Krystallwassers ergibt. — Wenn indessen das im früheren angeführte allgemeine Verbindungsgesetz (§. 23) sich, wie es wohl scheint, auch bey den Hydraten durchaus bewähren sollte; so wird sich in der Folge nun auch die Menge des Krystallwassers bestimmter finden lassen.

Alle jene Salze, und Verbindungen anderer Art, welche mehr Wasser enthalten, als zu ihrem Hydratzustande

(§. 44) erforderlich ist, werden also künftighin den Verbindungen des zweyten Grades zuzuzählen seyn; indem dabey diejenige Menge Wassers, welche ausser dem erforderlichen Hydratwasser noch vorgefunden wird, als Krystallwasser anzusehen ist. Gerade in dieser Beziehung ist indessen bis jetzt noch wenig geschehen. So bezeichnet man z. B. das krystallisirte schwefelsaure Eisenoxydul immer noch mit $\underline{\ddot{F}}e\underline{\dddot{S}}^2 + \underline{\dot{H}}^{12}$, indem man es als ein einfaches, aber Wasser enthaltendes Salz ansieht; während es richtiger als eine Verbindung des zweyten Grades zu betrachten wäre: die aus einem den Gesetzen entsprechenden Hydratsalze (§. 56) und 8 Atomen Krystallwasser bestehe, und mithin so zu bezeichnen wäre: $(\underline{\dot{F}}\underline{\dot{H}}^2 + (\underline{\dot{H}}\underline{\dddot{S}})^2) + \dot{H}^8$. — *Berzelius* hat für solche Fälle vorgeschlagen, das Krystallwasser nicht mit $\underline{\dot{H}}$, sondern mit Aqu. zu bezeichnen; damit man hieran erkennen möge, dass es als Krystallwasser anzusehen sey.

Dass auf gleiche Weise wie das Krystallwasser auch andere Flüssigkeiten, als: Alkohol, Mercur, u. s. w. in die Zwischenräume fester Körper aufgenommen werden, wird im Folgenden noch darzuthun seyn.

§. 66. Zu den Verbindungen des zweyten Grades, und zwar zu den mindest vollendeten, die also eben darum sich zunächst an die mechanischen Verbindungen anschliessen, gehören endlich auch die eigentlichen *Atmosphären*, welche von flüssigen Körpern um feste Körper gebildet werden. Das schönste und grösste Beyspiel solcher Art geben uns die Weltkörper, und unter diesen wieder zunächst die von uns bewohnte Erde; welche, eben durch das allen Verbindungen zum Grunde liegende Gesetz, unermessliche, aber mit ihrer Grösse im Verhältniss stehende, Mengen von Luft und Wasser um sich ansammelt, und so die Bildung der *Erdatmosphäre* und der *Meere* veranlasset.

Aber auch innerhalb dieser uns umgebenden Erdatmos-

phäre finden sich noch näher gelegene Beyspiele solcher Art; denn nicht nur muss sich in Folge jenes Gesetzes um jeden kleinern in der Erdatmosphäre vorfindigen festen Körper, eine seiner eigenen Dichtheit entsprechende verdichtetere Atmosphäre aus einem Theil der ihn umgebenden Luft erzeugen (§. 75, *c*); sondern wir finden überdiess noch, dass das *elektrische*, *galvanische*, und *magnetische Fluidum*, viel auffallender, und ohne Zweifel nur in Folge jenes Gesetzes, um feste Körper mehr oder weniger grosse, und mehr oder weniger verdichtete Atmosphären bildet, und hierin einem Gesetze folget: dessen Ergründung zu den schwierigsten Aufgaben des Naturforschers gehöret; aber auch eine überaus lohnende Ausbeute verspricht.

Zweyter Abschnitt.

Von den Ursachen, welche der Entstehung chemischer Verbindungen beförderlich und hinderlich seyn können.

§. 67. So oft wir mit unsern Händen irgend einen Körper aus seiner Stelle bewegen, so schliessen wir zunächst, dass die Ursache dieser Bewegung in unserm Körper liegen müsse, und durch den Willen der Seele in Thätigkeit gesetzt werden könne. Wir nennen sodann die Ursache dieser Bewegung: *Kraft*, ohne darüber eine hinreichende Rechenschaft geben zu können: denn die Kraft existirt, das lehrt ihre Wirkung, aber sie besitzet nicht die Eigenschaften der Materie; da sie, so weit unser Wissen reichet, weder undurchdringlich, noch raumerfüllend (§. 1 und 2), und eben darum an und für sich selbst sinnlich nicht wahrnehmbar ist.

Eine solche Kraft nun setzen wir auch in allen andern Körpern voraus, wenn wir sie in Bewegung sehen; weil wir in dieser Erscheinung immer nur eine Wirkung derselben unbekannten Ursache erkennen, die in unserm Körper selbst thätig ist, und Kraft genannt wird.

So oft man sich also dieser Benennung bedient, wird zugleich stillschweigend das Geständniss unserer Unwissenheit abgelegt; und man kann damit vernünftiger Weise nie mehr zur Absicht haben, als die unbekannte Ursache irgend einer Wirkung zu bezeichnen.

§. 68. So dunkel und unbestimmt indessen die Begriffe sind, die sich mit dem Worte *Kraft* verbinden lassen, eben so auffallend und klar erscheinen uns ihre höchst wunderbaren Wirkungen; die alle Theile der Körperwelt in im-

merwährender Bewegung erhalten, und dadurch Thätigkeit und reges Leben über die ganze Natur verbreiten, und unter den materiellen Elementen dieser Welt die mannigfaltigsten Verbindungen bald einleiten, bald wieder zerstören.

Man hat die Kraft nach den verschiedenen Modificationen in welchen sie sich thätig erweiset, damit die Erklärung der Erscheinungen begünstiget werde, auch verschiedentlich benannt, und zunächst abgetheilt in: *A* die *abstossende*, und *B* die *anziehende Kraft.*

A. Von der abstossenden Kraft.

§. 69. *Abstossende Kraft (Repulsivkraft, Repulsion, Expansivkraft)* wird diejenige genannt, welche die Körper, wie die Körpertheile immerwährend von einander zu entfernen strebt. Sie ist in allen Körpern thätig, und verhindert eben sowohl das Zusammenstossen der grössern Aggregate des Universums, d. i. der Weltkörper, als sie auch in jedem einzelnen kleinern Körper, die kleinsten Theilchen desselben in bestimmten Entfernungen hält, und dadurch ihre Ausdehnung bedingt. Sie würde diese Ausdehnung aber bis ins Unendliche steigern, wenn sie nicht durch die ihr entgegengesetzte Anziehungskraft hierin beschränkt wäre.

B. Von der anziehenden Kraft.

§. 70. Die *anziehende Kraft (Anziehung, Attraction, Attractivkraft)* ist der vollkommenste Gegensatz der abstossenden, und wirket daher ununterbrochen auf die gegenseitige Annäherung der Körper und Körpertheile hin. Sie würde also den materiellen Inhalt des ganzen Weltalls an einem Puncte vereinigen, wenn sie nicht durch die abstossende Kraft beschränkt wäre; und sie bewirket mithin nach Maassgabe dieser Beschränkung eben sowohl die zweckmäs-

sige gegenseitige Stellung und Annäherung der Weltkörper, als sie die Bestandtheile unseres Erdballs zu mehr oder weniger festen, zu mehr oder weniger grossen und mannigfaltig geformten Verbindungen und Aggregaten vereiniget. — Die anziehende Kraft äussert sich jedoch auch hier wieder in verschiedener Weise, und wird daher weiter abgetheilt in: *a*) die *allgemeine* und *b*) die *eigenthümliche* oder *specifische Anziehung.*

a) Von der allgemeinen Anziehung.

§. 71. Die *allgemeine Anziehung (Schwere, Schwerkraft, Gravitation)* ist allen Körpern ohne Ausnahme gemein. Sie wirket in grossen Entfernungen und wird durch zwischenliegende Körper nicht aufgehoben. Ihr Streben ist die (§. 70) Vereinigung aller Wesen in Eines, und ihre Wirkung stehet in geradem Verhältniss mit der Masse der Körper; d. i. je grösser die *Masse* (die Menge) eines Körpers ist, je grösser wird auch die Anziehung seyn, die derselbe gegen andere Körper äussert. Der Erfolg dieser Wirkung ist Annäherung, und immer wird, falls keine Hindernisse vorwalten, der kleinere, d. i. derjenige Körper welcher weniger Masse hat, zu dem grössern sich hinbewegen; eben weil er weniger Widerstand leisten kann, als der letztere mehr Masse enthaltende. Durch dieses Gesetz wird der Mond an die Erde, und diese mit den übrigen Planeten an die Sonne gefesselt, und durch dasselbe Gesetz werden auch alle an der Oberfläche der Erde vorfindigen Dinge an derselben fest gehalten.

Heben wir daher irgend einen Körper, z. B. einen Stein, von der Erde auf, so werden wir eine Anstrengung aufwenden müssen; die grösser ist als die Kraft, mit welcher der Stein von der Erde angezogen wird: und sobald jene Anstrengung nachlässt, wird auch der Stein in *verticaler* Richtung an die Erde zurück *fallen;* d. i. er wird sich, so lange er keinen Widerstand findet, in gerader

Richtung gegen den Mittelpunct des Erdballs hin bewegen. Eben so wird sich eine in die Luft geworfene Kugel nur so lange vom Erdball entfernen, als der derselben beygebrachte Stoss überwiegend vorwaltet; aber sobald dieser zu wirken aufhöret, auch sogleich, je nach der Richtung welche der Stoss veranlasste, entweder nach einer geraden Linie oder einen Bogen beschreibend, in Folge der Anziehung des Erdballs, an diesen zurück fallen.

§. 72. Minder auffallend zeiget sich die allgemeine Anziehung oder Schwere zwischen den kleinern an der Erde ruhenden Körpern; weil die gegenseitige Anziehung derselben durch die ungleich stärkere des Erdballs überwogen wird, und daher in den meisten Fällen unbemerkt bleibt; dass sie aber dennoch vorwalte, lässt sich durch eine, an einer Schnur in der Luft aufgehangene Bleykugel erweisen; denn es findet sich dabey sehr bald, dass die durch das Gewicht der Bleykugel ausgespannte Schnur im flachen Lande eine gerade Linie gegen den Mittelpunct des Erdballs hin beschreibt; während sie in der Nähe eines Berges von jener Richtung abgeleitet, sich gegen den Berg hin richtet, ohne Zweifel durch die Anziehung des letztern zur Bleykugel. — Dasselbe beweisen auch in ein Trinkglas voll Wasser geworfene Papier-, Kork- oder Holzstückchen; indem sie sich von der dichten Glasmasse angezogen, auf der Oberfläche des Wassers bald den Seitenwänden des Gefässes nähern.

§. 73. Wie die festen, so sind aber auch die flüssigen Körper den Gesetzen der allgemeinen Anziehung unterworfen; mit einigen Abweichungen jedoch, die eben in der flüssigen Form entspringen. Das als Regen aus der Luft fallende Wasser, wie jede andere ausgegossene Flüssigkeit bewegt sich, wie die festen Körper, in der Richtung gegen den Mittelpunct des Erdballs hin; mit dem Unterschiede jedoch, dass Flüssigkeiten, sobald sie die Erde oder eine andere feste Unterlage erreichen, sich auf der-

selben so lange ausbreiten, bis sie eine ebene Oberfläche erlangen. — Dieses Verhalten gründet sich auf die Schwere selbst der kleinsten Theilchen der Flüssigkeiten; vermöge welcher jene, der Anziehung folgend, so lange übereinander abgleiten, bis sie dem Mittelpuncte des Erdballs so nahe gekommen sind, als es der vorwaltenden Hindernisse wegen möglich war. — Auf diesem Umstande beruhen die Strömungen der Luft und der Meere, die Bewegung der Flüsse u. s. w.; welche nur dann enden, wenn die Flüssigkeiten an den tiefesten Stellen des Erdballs zusammengehäuft, an der Oberfläche geebnet, und durch die festen Theile des Bodens an der ferneren Bewegung gehindert sind.

§. 74. Wird ein Körper durch irgend eine Unterlage zu fallen, d. i. sich gegen den Erdball hin zu bewegen, verhindert; so kann dadurch nur die Bewegung, nicht aber auch die Anziehung zum Erdball aufgehoben werden. Diese bleibt vielmehr unaufhörlich dieselbe, und der angezogene Körper übt daher auf die Unterlage einen Druck aus; welcher mit der Masse des Körpers (§. 71) in geradem Verhältnisse stehet, und mithin geringer oder grösser seyn wird, je nachdem der Körper weniger oder mehr Masse enthält. Es gehet hieraus hervor, dass folglich der Druck eines Körpers auf die Unterlage das *Maass seiner Masse* seyn, oder dass man von der Grösse jenes Druckes auf die Grösse der Masse schliessen könne.

Hierauf gründet sich die Erfindung der *Wage*, die im Wesentlichen darauf beruhet: dass man einen steifen Balken in seiner halben Länge mit einer scharfen Kante unterstützet, und an beyden Enden dieses *Wagebalkens* mittelst Schnüren in gleichem Abstande vom Unterstützungspuncte zwey *(Wag-) Schalen* aufhänget, die zur Aufnahme der Körper dienen, deren Masse man bestimmen will. — Bringet man nun in jede der beyden Wagschalen gleich viel Masse, so ist es klar, dass die Wage im *Gleichge-*

wicht bleiben wird; weil der Inhalt beyder Schalen auf gleiche Weise vom Erdball angezogen wird. Ungleiche Massen in die Wagschalen gelegt, werden das Gleichgewicht dagegen stören, weil die grössere Masse der einen Schale mehr angezogen wird. Man wird aber durch Auflegung von mehr Masse in der steigenden Schale, bis zur Herstellung des Gleichgewichtes, auch erfahren können, um wie viel mehr Masse in der einen Schale gewesen ist.

Um jedoch das *Maass der Masse* auch vergleichlich zu machen, hat man eigene Körper von bestimmter Masse vorräthig, die man als Einheiten ansieht, *Gewichte*, oder *Pfunde* nennet, und vergleichungsweise mit den zu untersuchenden Körpern auf die Wagschalen leget, um zu finden, wie vielen solcher Einheiten ihre Masse gleich, d. i. wie gross ihr *Gewicht* ist.

Die Gewichte oder Pfunde verschiedener Länder sind sich aber nicht nur in der absoluten Grösse ihrer Einheit, sondern auch in ihren Unterabtheilungen sehr ungleich, und können, wenn man darüber nicht genau unterrichtet ist, zu manchen Irrungen führen. Der Chemiker handelt daher am vorsichtigsten, wenn er seine Angaben nicht nach dem Gewicht irgend eines Landes, sondern nach 100 oder 1000 Theilen stellet; was sich sodann jeder andere Chemiker leicht in das Gewicht jedes Landes übersetzen kann.

§. 75. Wie sich nun mit Hülfe der Wage das Gewicht (oder die Anziehung zum Erdball) bey festen Körpern bestimmen lässt, eben so geschieht diess auch bey flüssigen Körpern; da diese gleichfalls einen ihrer Masse entsprechenden Druck auf die Unterlage ausüben. Der Druck der Flüssigkeiten unterscheidet sich jedoch in seinen Folgen von dem der festen Körper auf eine merkwürdige Weise. Die Flüssigkeiten drücken nähmlich, ausser dem das Gewicht anzeigenden verticalen Druck, indem sie sich nach allen Richtungen auszubreiten streben, auch nach allen andern Richtungen mit ihrem ganzen Gewicht. Sie setzen

sich daher nicht nur in allen mit einander in Verbindung stehenden Vertiefungen und Kanälen auf gleicher Höhe ins Gleichgewicht, sondern bringen auch im untern Theile solcher Kanäle nach allen Richtungen einen Druck hervor; welcher bey weitem das Gewicht derselben übersteiget, und nicht mit der Menge der Flüssigkeiten, sondern einzig und allein mit der Höhe, in welcher dieselben übereinander stehen, und mit der Grundfläche auf welche der Druck wirket, im geraden Verhältnisse zunimmt. Dieses Verhalten ist dem Chemiker in dreyfacher Beziehung merkwürdig.

a) Es folgt nähmlich aus dem ersten jener Erfahrungssätze, dass in zwey oder mehreren Röhren, wenn sie unten mit einander communiciren, die darein gegossenen Flüssigkeiten immer auf gleicher Höhe stehen, und dass man folglich auch in mehreren Gefässen von noch so verschiedenem Durchmesser die Flüssigkeit auf gleiche Höhe (gleiches Niveau) bringen wird, sobald man alle Gefässe am untern Theile durch Röhren mit einander verbindet.

b) Der zweyte Erfahrungssatz hingegen biethet ein Mittel dar, irgend einen festen Körper, mit Hülfe einer geringen Menge Flüssigkeit einem grossen Drucke auszusetzen. Dieses wird bewirkt, wenn man den festen Körper in ein Gefäss bringet, welches am obern Theile in eine enge sehr hohe Röhre ausläuft, und sodann das Ganze bis zur Mündung der Röhre mit der Flüssigkeit anfüllet; denn die geringe Menge der in der Röhre enthaltenen Flüssigkeit wird nun einen eben so grossen Druck ausüben, als er Statt haben würde, wenn die Röhre denselben Durchmesser hätte, wie das untere Gefäss. — Hierauf beruhet die Erfindung der ~~*hydraulischen*~~ *Presse*. hydrostatischen

c) Es folgt endlich, da alle Theilchen einer Flüssigkeit gleich stark vom Erdball angezogen werden, und übereinander verschieblich sind, dass die unteren Theilchen den Druck aller darüber liegenden Theilchen auszuhalten

haben, und daher näher zusammen treten müssen. Dieses sehen wir im Grossen an der Erdatmosphäre, die der Erde am nächsten auch am meisten zusammengedrückt ist, und in den höher gelegenen Schichten nach Maassgabe der Entfernung immer mehr verdünnt erscheint. — Was hier für den Erdball gilt (§. 72), muss aber auch für alle kleinern festen Körper gelten. Daher ist also auch die Luft an der Seite eines Berges dichter als in gleicher Höhe über dem flachen Lande. Daher werden endlich ohne Zweifel auch an der Oberfläche jedes kleinern festen Körpers die Flüssigkeiten dichter, und zwar um so dichter, je dichter der Körper selbst ist.

§. 76. Die im Vorigen berührten Aeusserungen der allgemeinen Anziehung finden wir zwar in allen Körpern wieder vor, doch zeigen sich dieselben in verschiedenen Körpern nicht in gleichem Maasse thätig. Ein Stück Bley von bestimmtem Volumen hat beynahe fünfmahl so viel Gewicht als ein gleich grosses Stück Holz; ein Maass Wasser wiegt fast $1/_5$ mehr als ein Maass Weingeist; und eine ähnliche Abweichung findet sich ohne Ausnahme bey allen Körpern (§. 19).

Da man nun nur aus dem Gewichte auf die Masse eines Körpers schliessen kann (§. 74), so lässt sich in allen solchen Fällen folgern: dass ein Körper, welcher bey gleichem Volumen mehr Gewicht besitzt als ein anderer, auch mehr Masse enthalten müsse; dass jedoch in einem solchen Körper die Massentheilchen *dichter* (näher) zusammengedrängt seyen. Dieses Verhältniss der Körpertheilchen zum Raume gibt nun den Begriff von der *Dichtheit* der Körper, und es lässt sich schliessen: dass die verschiedene Dichtheit der Körper auch ein charakteristisches Kennzeichen ihrer anderweitigen Verschiedenheit seyn könne; und dass wahrscheinlich nicht zwey Stoffe verschiedener Art in der Natur existiren, die eine gleiche Dichtheit besitzen. Daraus folgt aber weiter, dass man

das Gewicht der Körper in zweyerley Hinsicht betrachten müsse.

Man kann nähmlich das Gewicht eines Körpers entweder, wie im gemeinen Leben, ohne alle Nebenrücksichten auf der Wage bestimmen; oder man kann beym Wägen eines Körpers zugleich auch das Volumen desselben berücksichtigen, indem dieses von bestimmter Grösse genommen wird. Im ersten Falle wird 1 Pfund Bley eben so viel seyn, als 1 Pfund Holz; im zweyten hingegen wird ein Stück Bley fünfmahl so viel Gewicht besitzen, als ein gleich grosses Stück Holz. Es ist klar, dass man im ersten Falle nur allein die Masse des Körpers, im zweyten hingegen das Verhältniss seiner Masse zu seinem Volumen, oder seine Masse in gegebenem Raume, bestimmt hat. Das gefundene Gewicht wird im ersten Falle das *absolute Gewicht*, im zweyten hingegen das *specifische Gewicht* genannt. Das specifische Gewicht eines Körpers ist also nichts anders als dessen *relative* (beziehungsweise) *Dichtheit*, ausgedrückt durch die Zahl des Gewichtes, welches er bey gegebenem Volumen besitzt.

§. 77. Die *relative Dichtheit* (das *specifische Gewicht*, *eigenthümliche Gewicht*, die *Eigen-* oder *specifische Schwere)* eines Körpers kann mithin, wie begreiflich, an und für sich nicht, sondern immer nur beziehungsweise, entweder auf das eigene Volumen oder auf die Dichtheit eines andern Körpers, angegeben werden. So z. B. lässt sich die Dichtheit des Quecksilbers an und für sich nicht anzeigen, sondern man kann bloss bestimmen, wie viel Gewicht es bey gegebenem Volumen besitzt, oder auch, wie sich seine Dichtheit zur Dichtheit eines andern Körpers verhält. Man kann daher im ersten Falle sagen: ein Wiener Kubikzoll Quecksilbers wiegt 3394,3 Wiener Grane; oder, im zweyten Falle: das Quecksilber wiegt bey gleichem Volumen nahe 14mahl so viel als das Wasser; die Dichtheit desselben verhält sich also zur Dichtheit des Wassers nahe wie 14 zu 1, d. i. = 14 : 1.

Die erste dieser Methoden ist schwierig und schwankend, weil sich nicht alle Körper zur Absonderung eines bestimmten Volumens eignen, und die genaue Abmessung eines Kubikmaasses überaus grossen Schwierigkeiten unterliegt. Diese Methode wird daher auch nur bey sehr leichten Flüssigkeiten, Luftarten, angewendet; bey welchen die Bestimmung der Quantitäten auf der Wage noch schwankender wäre.

Des zweyten Verfahrens hingegen bedient man sich nunmehr fast ausschliessend, und man ist, um im Ausdrucke alle Umschreibungen zu vermeiden, endlich dahin übereingekommen: die Dichtheit (oder das specifische Gewicht) des Wassers, als zur Vergleichung dienende Einheit = 1,000 anzusehen *), und diese Vergleichungsgrösse bey jeder Angabe vorauszusetzen; indem man nur jene Zahl niederschreibt, welche die anzugebende Dichtheit ausdrückt. — Im vorigen Beyspiele wird man also ganz kurz sagen können: die Dichtheit des Quecksilbers sey = 14, oder = 14,000. Nur selten ist jedoch das Gewicht eines Volumens irgend eines Körpers gerade das Vielfache vom Gewicht eines gleichen Volumens Wassers; in solchen Fällen muss daher die Differenz in Bruchtheilen angegeben werden. Es wird also, wenn die Dichtheit einer Substanz, z. B. 2, oder $1\frac{1}{2}$, oder $1\frac{1}{4}$, oder $\frac{8}{10}$ mahl so gross gefunden wurde, der Ausdruck in gebrochenen Zahlen mit 2,000, oder 1,500, oder 1,250, oder 0,800 zu geben seyn.

§. 78. Die Mittel zur Bestimmung der Dichtheit (oder der specifischen Gewichte) ergeben sich nach den angeführten Bemerkungen damit: dass man gleiche Volumina Wasser und des Körpers, dessen Dichtheit zu finden ist, abwäge, und mit dem gefundenen Gewicht des Wassers in

*) Bey Luftarten hat man wohl oft auch irgend eine Luftart als vergleichende Einheit angenommen, und zwar bald das Oxygengas, bald das Hydrogengas, bald die atmosphärische Luft.

dasjenige des andern Körpers dividire; worauf die des letztern Dichtheit anzeigende Zahl im Quotienten zum Vorschein kommen wird. Z. B. das Gewicht eines Körpers *A* ist = 120 Gran, das Gewicht eines gleichen Volumen Wassers hingegen = 75 Gran gefunden; so wird also die Dichtheit des Körpers (die Dichtheit des Wassers = 1,000 gesetzt) = 120 : 75 = 1,600 seyn. — Die Hülfsinstrumente, deren man sich bedient, um die hier zu Rechnungsfactoren dienenden Gewichte gleicher Voluminum der Körper zu finden, sind: die *gemeine Wage* [1], die *hydrostatische Wage* [2], und die *Aräometer* [3].

[1) Der gemeinen Wage bedient man sich bloss bey tropfbaren Flüssigkeiten; so zwar, dass ein kleines Fläschchen einmahl mit Wasser und einmahl mit der zu prüfenden Flüssigkeit gefüllt und gewogen, und also das Gewicht gleicher Volumium beyder Flüssigkeiten gefunden wird.

2) *Hydrostatik* wird die Lehre vom Gleichgewicht der Flüssigkeiten genannt. — Die Anwendung der hydrostatischen Wage gründet sich auf den hydrostatischen Erfahrungssatz: *dass feste Körper, wenn sie in Flüssigkeiten eintauchen, durch den Druck der letztern* (§. 17) *von ihrem Gewichte genau so viel verlieren, als ein solchen Körpern gleich grosses Volumen der Flüssigkeit wiegen würde.* Die Wage ist zu dem Ende an einer Wagschale mit einer Vorrichtung verbunden, mittelst welcher ein fester Körper an der Schale hängend in Wasser eingetaucht, und gewogen werden kann.

a. Soll nun die Dichtheit einer Flüssigkeit gefunden werden, so wird ein fester Körper, z. B. eine Glaskugel, an der Wage hängend ins Gleichgewicht gebracht, und dann in Wasser eingetaucht. Die Glaskugel wird dabey, nach obigem Erfahrungssatz, einen Gewichtsverlust erleiden, welcher genau so viel beträgt, als ihr gleiches Volumen Wassers wiegt; und man wird erfahren, wie viel diess ist, wenn man auf der leichter gewordenen Wagschale so viel Gewicht zulegt, als nöthig ist die Wage wieder ins Gleichgewicht zu bringen. Auf gleiche Weise wird hierauf auch der Gewichtsverlust der Glaskugel in der zu prüfenden Flüssigkeit gesucht, und es ist klar, dass man sodann weiss, wie gross der Gewichtsverlust der Glaskugel in beyden Fällen gewesen ist; oder wie viel das Gewicht gleicher Volumi-

num beyder Flüssigkeiten beträgt; so zwar, dass beyde zur Berechnung der Dichtheit erforderliche Data gefunden sind.

β. Noch leichter wird das Verfahren seyn, wenn die Dichtheit eines festen Körpers zu suchen ist: denn, wird derselbe wie gewöhnlich auf der Wage gewogen, so erfährt man sein absolutes Gewicht bey gegebenem Volumen; wird derselbe sodann an der Wage hängend im Wasser gewogen, so erfährt man seinen Gewichtsverlust, oder was dasselbe ist, das Gewicht eines ihm gleich grossen Volumens Wassers. Man hat also wieder beyde Factoren zur Berechnung der Dichtheit. — Feste Körper, die im Wasser auflöslich sind, werden in solchen Flüssigkeiten gewogen, in welchen sie unauflösslich sind, und falls sie in allen Flüssigkeiten auflöslich wären, in gesättigten Auflösungen derselben Körper; allein man findet in solchen Fällen nur die relative Dichtheit der Körper in Beziehung auf diejenige Flüssigkeit, in welcher der Gewichtsverlust bestimmt wurde, und muss also nothwendig das gefundene Resultat durch eine neue Rechnung auf das Wasser = 1,000 reduciren.

3) Die *Aräometer* sind hohle in den Flüssigkeiten schwimmende Körper von Metall oder Glas, und man hat deren zweyerley, nähmlich solche *mit Gewichten*, und solche *mit Gradleitern*. Die Einrichtung aller dieser Instrumente gründet sich auf den aus dem Drucke der Flüssigkeiten (§. 17) folgenden hydrostatischen Erfahrungssatz: *dass jeder schwimmende Körper in einer gegebenen Flüssigkeit nur so lange einsinken kann, bis der eingesunkene Theil desselben genau so gross ist, als ein Volumen derselben Flüssigkeit, welches eben so viel Gewicht besitzt als der schwimmende Körper selbst.* Es gehet hieraus klar hervor, dass also ein schwimmender Körper mit einem um so grössern Theile seines Volumens in den Flüssigkeiten einsinken wird, je geringer die Dichtheit der letztern ist; dass aber auch umgekehrt ein schwimmender Körper, wenn er in Flüssigkeiten allemahl gleich tief eintauchen soll, bey dichtern Flüssigkeiten mit mehr, bey minder dichten hingegen mit weniger Gewichtstheilen wird belastet werden müssen. — Auf den ersten dieser Fälle gründen sich also die *Aräometer mit Gradleitern*; denn wenn man an dem schwimmenden Instrument die Puncte des Einsinkens in Flüssigkeiten von verschiedener Dichtheit mit Linien bezeichnet, so entstehen daraus die Gradleitern, und diese bezeichnen nach Willkühr bald das specifische Gewicht oder die Dichtheit selbst, bald auch den Gehalt irgend einer in der Flüssigkeit enthaltenen Substanz nach Procenten. Diese *Aräometer*

werden übrigens *allgemeine Aräometer* genannt, wenn sie bloss die Dichtheit der Flüssigkeiten andeuten; oder *Procenten-Aräometer*, wenn sie Procente irgend eines Bestandtheils der Flüssigkeiten anzeigen. — Im letzten Falle sind sie wohl auch nach den Substanzen benannt, deren Procente zu erforschen sind, z. B. *Alkoholmesser*, *Schwefelsäuremesser*, u. s. w. — Auf den zweyten Fall basiren sich die *Aräometer mit Gewichten*: denn es ist ersichtlich, dass wenn ein schwimmender Körper in verschiedenen Flüssigkeiten durch Zulegung von Gewichten immer gleich tief einzusinken genöthiget wird, in jedem solchen Falle die Summe aus seinem Gewicht und den zugelegten Gewichtstheilen so viel betragen wird, als das Gewicht eines dem eingesunkenen Theile gleich grossen Volumens der Flüssigkeit; so zwar, dass dadurch die Gewichte gleicher Voluminum verschiedener Flüssigkeiten gefunden, und also die zur Bestimmung der Dichtheit erforderlichen Data gegeben sind. — Das *Nicholson*'sche *Aräometer* gehört in diese letztere Classe, und dient zur Erforschung der Dichtheit bey festen Körpern. Der schwimmende Körper ist in diesem Falle mit zwey Schalen versehen, deren eine über dem Wasser hervorraget, während die andere eingetaucht ist: so zwar, dass man den zu prüfenden Körper einmahl auf die obere und einmahl in die untere Schale leget, und in beyden Fällen durch zugelegte Gewichtstheile ins Gleichgewicht bringet; wobey man im ersten Falle das absolute Gewicht des Körpers, im zweyten hingegen seinen Gewichtsverlust im Wasser, und also wieder die erforderlichen Factoren erfährt.]

§. 79. Die Erforschung der Dichtheit der Körper ist dem Chemiker in vielen Fällen von sehr wesentlichem Nutzen. Eine bestimmte Dichtheit in der Masse eines Körpers dient ihm oft als charakteristisches Kennzeichen zur Unterscheidung desselben von andern Körpern (§. 76). — Mischungen aus zwey Körpern von verschiedener Dichtheit werden, wie leicht einzusehen, immer eine Dichtheit besitzen, die geringer ist als die des dichtern, und grösser als die des minder dichten Bestandtheiles; aber diese mittlere Dichtheit wird immer der Dichtheit desjenigen Bestandtheiles näher stehen, welcher in grösserer Menge in der Mischung enthalten ist: man wird also aus der Dichtheit einer Mischung auch auf das Mengenverhältniss schlies-

sen können, in welchem die Mischung ihre beyden Bestandtheile enthält. — Durch eine verschiedene Dichtheit können oft Stoffe verschiedener Art von einander geschieden werden. — Durch Differenzen in ihrer Dichtheit bringen Flüssigkeiten verschiedener Art bey gleichem Volumen einen verschiedenen Druck hervor. Werden daher in die beyden Schenkel einer communicirenden Röhre zwey verschiedene Flüssigkeiten gegossen, so werden sie sich keinesweges auf gleicher Höhe ins Gleichgewicht stellen (§. 75, a); die Höhe der Flüssigkeitssäulen in den beyden Schenkeln wird vielmehr umgekehrt proportional seyn den Dichtheiten beyder Flüssigkeiten: so zwar, dass, wenn z. B. die Dichtheit der einen Flüssigkeit $A = 1$, die der andern $B = 4$ wäre, die Höhe der Flüssigkeit A sich zur Höhe der Flüssigkeit B wie $4 : 1$ verhalten wird. Man wird also aus der Höhe, in welcher sich zwey Flüssigkeiten mit einander ins Gleichgewicht setzen, auf ihre beyderseitige Dichtheit, und mithin auch umgekehrt von der Dichtheit zweyer Flüssigkeiten auf die Höhen schliessen können, in welchen sie sich in communicirenden Röhren ins Gleichgewicht setzen würden. —

§. 80. Auf den letzterwähnten Erfahrungssatz gründet sich unter vielen andern nützlichen Geräthschaften des Chemikers auch das *Barometer*, mit welchem bekanntlich die Veränderungen im Drucke der Erdatmosphäre gemessen werden.

[Das gewöhnliche *Quecksilberbarometer* bestehet aus einer zu zwey paralellen Schenkeln gebogenen Glasröhre: deren einer wenigstens 30 Zoll lang und an seinem Ende zugeschmolzen und dann mit Quecksilber gefüllt wird; während der andere auch kürzer seyn kann und offen bleibt. Wird ein solches Instrument, mit dem zugeschmolzenen Theile nach oben, vertical aufgestellt, so setzt sich das Quecksilber bald in beyden Schenkeln dergestalt ins Gleichgewicht, dass es in der zugeschmolzenen Röhre um 28,7739368 österreichische oder 28 Pariser Zoll höher stehet als in dem offenen. Aus dieser Erscheinung kann man also nicht nur schliessen, dass die ganze Luftsäule, welche in dem offenen

Schenkel des Barometers auf das Quecksilber drückt, so viel Gewicht besitzen müsse, wie eine 28 Zoll hohe Quecksilbersäule; sondern es lässt sich aus diesem Umstande, wenn man die Dichtheit der Luft, und das Gesetz der Abnahme dieser Dichtheit mit der Entfernung vom Erdball kennet (§. 75 c), auch berechnen, wie hoch jene Luftsäule seyn werde. — Gewöhnlich dient das Barometer um die Veränderungen im Drucke der Atmosphäre oder anderer Flüssigkeiten zu messen, die sich durch Verlängerung und Verkürzung der Quecksilbersäule im zugeschmolzenen Schenkel manifestiren. Auch benützt man dasselbe zu Höhenmessungen, indem die getragene Quecksilbersäule um so kürzer wird, je höher man ist, d. i. je mehr man sich vom Erdball entfernt; und diess zwar aus dem einfachen Grunde, weil nur diejenige Luftsäule auf das Barometer wirken kann, die sich über demselben befindet.

Das Barometer kann auch mit jeder andern Flüssigkeit gefüllt werden, allein seine Länge muss immer der Dichtheit der letztern entsprechen, So würde also z. B. ein *Wasserbarometer* 13,613 Mahl so lang seyn müssen, als das Quecksilberbarometer; weil die Dichtheit des Wassers sich zu der des Quecksilbers wie 1 : 13,613 verhält.]

b) Von der eigenthümlichen Anziehung.

§. 81. Die *eigenthümliche* oder *specifische Anziehung* unterscheidet sich von der allgemeinen dadurch, dass sie, obgleich, wie jene, allen Körpern gemein, dennoch nicht in allen sich mit gleich grosser Thätigkeit äussert, und nur bey der unmittelbaren Berührung wirket; während ihre Wirkung schon bey der kleinsten, unsern Sinnen kaum wahrnehmbaren Entfernung unterbleibt. Sie zerfällt auch wieder nach ihren Aeusserungen unter verschiedenen Umständen in: 1) die *Zusammenhangsanziehung*, und 2) die *Wahlanziehung*.

1. Von der Zusammenhangsanziehung.

§. 82. Die *Zusammenhangsanziehung (Verwandtschaft des Zusammenhanges, Cohäsionskraft)* strebet nach der Vereinigung der Körpertheile in unbestimmten Verhältnissen, und bis ins Unendliche. Sie zeiget sich selbst in

den kleinsten Theilchen der Körper thätig, und unterhält dadurch den Zusammenhang derselben. Die Wirkung dieser Kraft erstreckt sich jedoch nur auf sehr kleine Entfernungen, und bedingt daher, wenn sie eintreten soll, die scheinbare Berührung der Körpertheile. — Sie ist also der abstossenden Kraft (§. 69) vollkommen entgegen gesetzt, und auf den Verhältnissen, nach welchen die eine oder die andere vorherschend wird, beruhet die verschiedene Festigkeit der Körper. Bey vorherrschender Cohäsionskraft sind die Körper *starr* oder *fest*, und werden nach den verschiedenen Abstufungen dieses Zustandes *hart* oder *weich* genannt. Wird dagegen die abstossende Kraft vorherrschend, so erscheinen die Körper *tropfbarflüssig*, wie das Wasser, oder bey noch vollständigerer Aufhebung der Cohäsion, *elastisch-flüssig* oder *gasförmig*, d. i. so dünnflüssig wie die Luft.

§. 83. Diese drey Zustände der Körper werden der *Aggregatszustand*, die *Aggregationsform*, die *Körperform* genannt; und es gibt wahrscheinlich in der Natur nicht zwey Stoffe, die in dieser Beziehung auf gleicher Stufe stehen: es scheint vielmehr, dass in jedem eigenthümlichen Körper, durch das in demselben vorwaltende Verhältniss zwischen der abstossenden und Cohäsions-Kraft, ein anderer Abstand für die kleinsten Theilchen gegeben sey. — Auf diesem Verhältnisse beruhen also auch alle jene physischen Eigenschaften der Körper, die wir die *Härte*, *Weichheit*, *Zähigkeit*, *Sprödigkeit*, *Geschmeidigkeit*, *Flüssigkeit* und *Elastizität* nennen.

[Beyspiele der Cohäsion erblicken wir allenthalben; die Theilchen des *Eisens* werden durch diese Kraft zusammen gehalten. Weniger thätig finden wir dieselbe im *Kupfer*, *Zinn*, *Bley*, *Harz*, *Wachs*, *Talg* u. s. w.; noch weniger in den *Flüssigkeiten*. Aber auch bey diesen gibt sich jene Kraft durch das Streben zur Kugelform kund: denn auf geöhlte Glastafeln gegossenes Wasser oder Quecksilber nimmt gegen das Gesetz der Schwere, nur in Folge der Cohäsion, mehr oder weniger die Kugelform an. Auch

widerstehen aus einem geneigten Gefäss abfliessende Flüssigkeiten der Gravitation mehr oder weniger; indem ihre Theilchen so lange an einander hängen bleiben, bis endlich die Masse durch ihre Schwere die Cohäsion überwältigend, abreissen muss, und so die Bildung der *Tropfen* zur Folge hat. — Die Cohäsion der Körper stehet übrigens mit ihrer Dichtheit in keinem Verhältnisse, wie diess bey den Flüssigkeiten am auffallendsten wahrnehmbar ist; denn viel dichtere und viel minder dichte Flüssigkeiten, als: *Schwefelsäure, Salpetersäure* und *Aether, Alkohol* u. s. w. geben kleinere Tropfen als das Wasser. — Bey *gasförmigen* Flüssigkeiten endlich lässt sich zwar die Cohärenz der Theile so auffallend nicht nachweisen: wohl aber lässt sie sich nach der Analogie der dichtern Flüssigkeiten erschliesen; besonders wenn man bedenkt, dass eine dichtere Gasart (Carbonsäure) in der atmosphärischen Luft gerade so ausgegossen werden kann, wie das Wasser.]

Wenn nun aber der Aggregatszustand der Körper aus dem Verhältnisse der anziehenden zur abstossenden Kraft hervorgehet: so folget daraus, dass in den flüssigsten Körpern die Theilchen am meisten von einander entfernt, und dass jene eben darum durch äussere Gewalt am meisten *compressibel* (zusammendrückbar) seyn müssen; ja dass sie endlich in solchem Falle — weil durch den Druck die abstossende Kraft wohl beschränkt aber nicht zerstört werden kann — das Streben sich wieder auszudehnen auch im comprimirten Zustande fortwährend besitzen, und folglich einen verhältnissmässigen Gegendruck erzeugen werden. Alle diese Folgerungen hat auch bereits die Erfahrung bewährt, und man hat jenes Streben und den daraus folgenden Gegendruck die *Spannung (Tension, Elastizität)* genannt. Auch hat man vor Jahren schon eingesehen, dass wir eigentlich gar keinen flüssigen Körper ohne Spannung kennen; weil sie alle in der Atmosphäre der Erde eingetaucht sind, und also wenigstens diejenige Verdichtung und Spannung besitzen müssen, die der Druck der Atmosphäre (§. 80) bewirken kann. Man hat ferner gefunden, dass die tropfbaren Flüssigkeiten einer kaum merklichen, die gas-

förmigen hingegen einer unendlich grossen Verdichtung und Spannung fähig sind, und dass diese mit dem Drucke verhältnissmässig zunimmt. Man ist endlich auch, um die Grösse der relativen Spannung bezeichnen zu können übereingekommen, denjenigen Druck welchen die Erdatmosphäre ausübt als Einheit anzusehen, und alle anderen Fälle damit zu vergleichen. — Ist daher der Druck 1, 2, 3mahl so gross als der der Atmosphäre, so sagt man, der Druck oder die Spannung des gedrückten Gases sey = 1, 2, oder 3 Atmosphären. Ist der Druck geringer als 1 Atmosphäre, so wird derselbe nach Zollen der barometrischen Quecksilbersäule angezeigt; z. B. = 14 Pariser Zollen, wenn er nur halb so gross ist als der der Atmosphäre, die bekanntlich = 28 Pariser Zollen ist.

[Oft wird in neuerer Zeit die Spannung auch in französischen Metres statt Zollen ausgedrückt.]

§. 84. Man hat der Cohäsionskraft oft auch noch die Eigenschaft zugeschrieben, dass sie nur zwischen *homogenen* (d. i. gleichartigen) Theilen wirke. Indessen sehen wir allenthalben Beyspiele von *heterogenen* (d. i. ungleichartigen) Theilen, die ganz auf dieselbe Art aneinander haften, wie z. B. die Theilchen des Eisens. So haftet z. B. bey verzinntem Kupfer das Zinn am Kupfer, bey vergoldetem Silber das Gold am Silber, bey lakirten Waaren der Lak am Holz, Metall u. s. w. So haften ferner glatt geschliffene Platten aneinander, der Staub an festen Körpern, und kleine Luftbläschen an Körpern, die im Wasser untertauchen, und ohne Zweifel nur durch die Anziehung dieser Art die Luftbläschen nicht entlassen. — Man hat in solchen Fällen die zwischen heterogenen Substanzen wirkende Anziehung, zur Unterscheidung von der zwischen homogenen Theilen thätigen Cohäsionskraft, die *Adhäsion*, *Adhäsivkraft* oder *Flächenanziehung* genannt; allein es ist leicht einzusehen, dass sich dieser Unterschied nicht scharf durchführen lässt.

§. 85. Die Cohäsionskraft, und wenn man will auch die Adhäsion, kann durch mechanische Gewalt und durch Flüssigmachung geschwächt oder auch ganz aufgehoben werden; doch wird im ersten Falle der Kraftaufwand immer grösser seyn müssen, als die Cohäsionskraft. Die Theilchen des Eisens werden daher schwerer zu trennen seyn, als die des Bleyes, Wachses u. s. w. — Will man hingegen Cohäsion oder Adhäsion hervorbringen, so kann dieses meistens nur durch chemische Mittel geschehen; weil es auf mechanischem Wege bey festern Körpern fast unmöglich ist, die Theile so nahe aneinander zu bringen, als es nöthig wäre, damit die Cohäsion wirksam werden könnte.

[So z. B. vereinigen sich die Flüssigkeiten schon bey der Berührung; weiche Körper, wie Wachs, Talg, u. dgl. nur bey angemessenem Drucke; während festere Körper selbst durch den heftigsten Druck nicht zu vereinigen sind. In solchen Fällen muss immer wenigstens einer flüssig gemacht oder ein flüssiges Zwischenmittel angewendet werden. Z. B. das Zinn muss geschmolzen werden, wenn es beym *Verzinnen* auf dem Kupfer haften soll. Denselben Fall finden wir beym *Mahlen, Anstreichen, Leimen, Löthen*; denn immer muss bey dieser Vereinigung heterogener Theile durch den flüssigen Zustand die Annäherung der Theile bis zu jenem Abstande eingeleitet werden, auf welchem die Cohäsion oder Adhäsion wirken kann.]

2. Von der Wahlanziehung (chem. Verwandtschaft).

§. 86. Die *Wahlanziehung (Wahlverwandtschaft, chemische Verwandtschaft, Verbindungsverwandtschaft, chemische Anziehung, Affinität)* ist, wie die Cohäsionskraft, in den kleinsten Körpertheilchen thätig. Sie unterscheidet sich jedoch von der Cohäsionskraft, so wie von allen übrigen Arten der Anziehung durch folgende Merkmahle.

§. 87. *aa) Die chemische Verwandtschaft ist ausschliessend nur zwischen heterogenen Körpern wirksam, und vereiniget diese immer dergestalt zu einem homogenen Ganzen, dass durchaus auch in den kleinsten Theilchen keine Ungleichförmigkeit sinnlich wahrzunehmen ist.*

Jener Körper, den man Messing nennet, ist eine Verbindung solcher Art aus den zwey heterogenen Stoffen Zink und Kupfer. Eine solche Verbindung wird eine *chemische Verbindung*, eine *Mischung*, ein *Gemisch* genannt, zum Gegensatze der *mechanischen Verbindung*, die auch ein *Gemenge* heisset. — Bey der genauern Untersuchung findet man in der chemischen Verbindung sowohl die Cohäsion als die chemische Verwandtschaft thätig. Durch die Cohäsion sind alle Messingtheilchen zu einem grössern Aggregat, zu einem festen Körper vereiniget. Durch die chemische Verwandtschaft aber ist auch in dem kleinsten Messingtheilchen das Zink und Kupfer so innig vereiniget, dass selbst durch die besten Vergrösserungsgläser das Zink und Kupfer nicht zu unterscheiden ist; während im Gemenge die verschiedenen Bestandtheile, *Gemengtheile*, oft schon mit unbewaffnetem Auge wahrzunehmen sind.

§. 88. *bb*) *Die chemische Verwandtschaft wird nur bey der scheinbaren Berührung heterogener Körper thätig.*

Da die chemische Verwandtschaft nur bey scheinbarer Berührung der Körpertheilchen wirksam werden kann, und eine solche Annäherung die Beweglichkeit dieser Theilchen unbedingt voraussetzt; so ist es klar, dass starre oder feste Körper sich nicht mit einander verbinden können. Einer wenigstens von den zu verbindenden Körpern muss flüssig seyn, damit die scheinbare Berührung möglich werde.

[Scheinbare Ausnahmen von dieser Regel machen das Kochsalz und Eis, und einige andere Körper, die bey der Berührung flüssig werden und sich vereinigen. Allein diese Verbindung findet immer nur an der Oberfläche jener festen Körper, und erst nach dem Uebergange zur flüssigen Gestalt, Statt, und erfolgt augenscheinlich durch eine übersehene, und dennoch gegenwärtige Flüssigkeit, den Wärmestoff (s. d. Art.)

Man hat ferner nach einigen Erscheinungen geschlossen, dass die chemische Verwandtschaft auch in der Entfernung wirken könne. So z.B. zeigt sich, dass ein Krystall von schwefelsaurem Kupferoxyd, wenn er in einem Gefässe über Schwefelsäurehydrat

aufgehangen wird, binnen einiger Zeit, Wasser verlierend, verwittert: was man der Anziehung des Schwefelsäurehydrats zum Wasser zuschrieb. — Dieser Erfolg beruhet indessen darauf, dass das Schwefelsäurehydrat der Luft das Wasser entziehet, und diese dadurch leichter geworden, bis zum aufgehangenen Salze emporsteigt, und dasselbe seines Wassers beraubt; so zwar, dass in beyden Fällen keine Fernanziehung nöthig ist. — Andere Beyspiele mögen nicht standhältiger seyn als dieses. (Mag. d. Pharm. 1826, März 273.)]

§. 89. cc) *Die chemische Verwandtschaft verbindet verschiedene Körper mit so verschiedener Intensität, dass sie wahrscheinlich nicht in zweyen in gleichem Maasse thätig ist.*

Von dieser merkwürdigsten Eigenthümlichkeit hängt es ab: dass ein und derselbe Körper alle Uebrigen mit demselben verbindbaren Körper mit ungleicher Intensität (hier Heftigkeit) anziehet, und sich daher, wenn die Gelegenheit gegeben ist, nicht nur vorzugsweise mit demjenigen Körper vereiniget, von dem er intensiver angezogen wird; sondern denselben sogar aus andern minder festen Verbindungen auszuscheiden vermag, indem er selbst mit ihm eine chemische Verbindung erzeugt.

Beyspiele. Eine Verbindung von Terpenthinöhl oder Aether und Alkohol wird durch Wasser sogleich gestört; denn das Wasser verbindet sich mit dem Alkohol, den es intensiver anziehet als das Terpenthinöhl oder den Aether, und dieses wird daher ausgeschieden. Die neue Verbindung von Wasser und Alkohol wird aber eben so durch hinzugebrachtes Kaliumoxyd gestört; weil dieses das Wasser intensiver anziehet als der Alkohol, und eben darum diesen letztern aus der Mischung verdrängt. — Eben so wird aus einer Verbindung von Schwefelsäurehydrat und Eisenoxydulhydrat durch Kaliumoxydhydrat das Eisenoxydulhydrat ausgeschieden, während sich das Kaliumoxydhydrat mit dem Schwefelsäurehydrat vereiniget. Aber aus dieser neuen Verbindung wird auch wieder durch Baryumoxydhydrat das

Kaliumoxydhydrat ausgeschieden. — Man behauptet daher mit Recht, dass Wasser sey dem Alkohol *näher verwandt* als das Terpenthinöhl oder der Aether, und dem Kaliumoxyd wieder näher als dem Alkohol; und eben so das Kaliumoxydhydrat dem Schwefelsäurehydrat näher als das Eisenoxydulhydrat, und weniger als das Baryumoxydhydrat. *Wahlverwandtschaft* insbesondere hat man die hier wirksame Anziehung, wohl etwas uneigentlich aus dem Grunde genannt, weil dabey: *ein* Körper zwischen mehreren andern mit ihm verbindbaren Körpern gleichsam zu wählen scheint.

Wie in den eben angezeigten Beyspielen finden wir aber die chemische Anziehung auch in allen andern Fällen thätig. Versuchen wir z. B. das vorerwähnte Schwefelsäurehydrat auch mit allen übrigen hierzu geeigneten Körpern, so werden wir immer wieder bemerken, dass dasselbe *einem* näher verwandt ist als dem andern: dass aber diese Verwandtschaft auch nicht bey zweyen in demselben Grade Statt findet; sondern in der Reihe aller Körper nach sehr mannigfaltigen Abstufungen abnimmt, und endlich bey einigen Körpern, dem allgemeinsten Naturgesetze (§. 2) folgend, ganz und gar verschwindet. — Stellen wir sodann die Körper, deren Verwandtschaftsgrade in Beziehung auf das Schwefelsäurehydrat untersucht worden sind, in derselben Ordnung untereinander wie sie weniger Verwandtschaft zum Schwefelsäurehydrat gezeigt haben; so entstehet die *Verwandtschaftsreihe* für das Schwefelsäurehydrat: die sich auch bey jedem unter gleichen Umständen mit dem Schwefelsäurehydrat vorgenommenen neuen Versuche als unwandelbar wieder bewähren wird. — Die Verwandtschaftsreihe, in welche sich verschiedene Körper in Beziehung auf die Schwefelsäure ordnen, gilt aber auch nur für diese allein; da jeder eigenthümliche Körper hierin auch einem eigenen Gesetze folget, und mithin die übrigen Körper nach einer andern Ab-

stufung der chemischen Anziehung ordnet. Es können nähmlich, wenn die Körper verschiedener Art mit Buchstaben bezeichnet werden, die Verwandtschaftsreihen der Körper *A*, *B*, *C*, *D*, *E* die Substanzen *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* u. s. w. nach folgenden:

A	*B*	*C*	*D*	*E*
a	*c*	*f*	*b*	*c*
b	*b*	*c*	*a*	*f*
c	*f*	*a*	*f*	*b*
d	*a*	*b*	*c*	*a*
e	*d*	*d*	*e*	*d*
f	*e*	*c*	*d*	*e*

u. s. w.

und nach noch andern mannigfaltig wechselnden Ordnungen aneinander reihen: so zwar, dass also ein allgemeines Gesetz für diese Reihen nicht wohl zu finden ist. Solche Reihen können daher auch nicht durch den theoretischen Calcul erschlossen, sie müssen vielmehr im Wege der Erfahrung ausgemittelt werden; wobey man aber mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen hat. — Eine Sammlung der Verwandtschaftsreihen mehrerer Körper hat zuerst *Bergmann* unter dem Nahmen der *Verwandtschaftstafeln* bekannt gemacht, die in der Folge auch von andern Chemikern vervollständigt worden sind, aber immer noch viel Schwankendes enthalten.

[*M.* Handbuch der Chemie B. I. 474.]

§. 90. Oft schon hat man es versucht, die relative Grösse der chemischen Verwandtschaft durch Zahlen auszudrücken, und dadurch die Vergleichung ihrer Abstufungen zu verschärfen; indem solche Zahlen bald von den Verwandtschaftsreihen selbst, bald von der Schnelligkeit, mit welcher die chemische Vereinigung erfolgt, und bald von den Mengenverhältnissen, nach welchen die Körper Mischungen eingehen, ableitete. Allein, da bey den Verwandtschaftsreihen wohl die Ordnung, in welcher die Körper auf ein-

ander folgen, nicht aber auch die Grösse jedes Intervalls zwischen zwey Körpern gegeben ist; da ferner die Schnelligkeit mit welcher eine Verbindung erfolgt immer auch von Nebenumständen abhängig ist; da endlich die Menge, mit welcher ein und derselbe Körper chemische Verbindungen eingehet, wie weiterhin (§. 100) vorkommt, immer dieselbe bleibt, und die Körper selbst gleichwohl in den Verwandtschaftsreihen, andern Körpern gegenüber, sehr verschiedene Standpuncte einnehmen: so hat es hierzu immer noch an sichern Grundlagen gefehlt, und man ist eben darum nur auf mehr oder weniger willkürliche Annahmen beschränkt geblieben. Daher ist denn auch nachstehende, von *Guyton-Morveau* entworfene Tafel nur den Approximations-Versuchen zuzuzählen.

Die Verwandtschaftsgrösse nachstehender Substanzen zur	Schwefels. =	Salpeters. =	Salzs. =	Essigs. =	Carbons. =
Baryumoxyd	65	62	36	29	14
Kaliumoxyd	62	58	32	26	9
Sodiumoxyd	58	50	28	25	8
Calciumoxyd	54	44	20	19	12
Ammoniak	46	38	14	20	4
Magniumoxyd	50	40	16	17	6
Alumiumoxyd	40	36	10	15	2

[Auch haben einige Naturforscher die Unwandelbarkeit der chemischen Verwandtschaftsreihen bezweifelt und die Meinung ausgesprochen; dass die chemische Ausscheidung nicht nur allein durch nähere Verwandtschaft, sondern auch durch die Menge des einwirkenden Körpers befördert, und also ein minder verwandter Stoff, im Uebermaasse angewendet, auch den näher verwandten abscheiden könne. Wer indessen mit dem practischen Theile der Chemie einigermassen vertraut ist, wird um die Vertheidigung der *Bergmann*'schen Verwandtschaftslehre nicht verlegen seyn. Er wird wissen, dass alle Belege für jene Ansicht nur aus solchen Beyspielen genommen sind: wo sich dieselben Stoffe in zwey Mengenverhältnissen mit einander verbinden, und in einem derselben eine intensivere Ver-

wandtschaft vorwaltet, als in dem anderen, und also aus der schwächern Verbindung ein Theil des einen Bestandtheils auch durch minder nahe verwandte Stoffe abzuscheiden ist. Noch weniger wird ihn die Behauptung irre machen, dass überhaupt in keinem Falle irgend eine Aufhebung einer chemischen Verbindung mittelst der Wahlverwandtschaft durch die ganze Masse vor sich gehe: denn er wird sich an die häufigen, in der Praxis vorkommenden Beyspiele der vollständigsten Ausscheidung, und an die Schwierigkeiten erinnern, mit welcher so oft die mechanische Sonderung der bereits ausgeschiedenen Bestandtheile verbunden ist. (Berthollet, *Recherches sur les lois de l'affinité. Paris* 1808, und dessen: *Essai de statique chimique. Paris* 1805.)]

§. 91. Der chemischen Verwandtschaft wirken also geradezu entgegen, die Gravitation, und die Cohäsion. — Die Gravitation hält den festen Körper im untern Raume und verhindert eben dadurch die erforderliche Berührung mit dem flüssigen. Diesem Hindernisse kann daher durch Umrühren oder Schütteln begegnet werden. Ist jedoch die Verbindung bereits erfolgt, so vermag dann die Gravitation nicht mehr, sie wieder aufzuheben. — Die Cohäsion hingegen wirket noch directer entgegen; weil sie in den zu verbindenden Körpern den Zusammenhang der homogenen Theile unterhält, und eben darum, wenn sie stark genug wird, der Vereinigung der heterogenen Theile hinderlich ist. Die Cohäsion muss daher in den meisten Fällen durch die Kunst vermindert werden, wenn die chemische Wirkung erfolgen soll. Diess geschieht nun theils durch mechanische Zertheilung des festen Körpers, d. i. durch Zerschneiden, Zerfeilen, Zerraspeln, Pulverisiren u. s. w.; theils aber auch durch Wärme, die aus später vorkommenden Gründen die Cohäsion aller Körper durch Ausdehnung vermindert, und viele derselben sogar in den flüssigen Zustand versetzt. — Umgekehrt kann aber die chemische Verbindung auch durch Compression befördert werden, vorzüglich wenn man mit gasförmigen Körpern zu thun hat, deren Theile dadurch der Berührung näher gebracht wer-

den. In solchen Fällen kann daher oft auch die Gravitation beförderlich seyn; in sofern nähmlich dadurch die Verdichtung der Flüssigkeiten herbeygeführt wird (§. 75 *c*).

[*Babinet* machte die Erfahrung, dass ein Gemenge von Schwefelsäurehydrat, Wasser und Zink, wenn es in einem starken Gefäss eingeschlossen wurde, nur so lange chemisch aufeinander wirkte, bis das entwickelte Gas eine bestimmte Verdichtung erlangt hatte; worauf die Säure nicht weiter auf das Metall wirkte. Dieselbe Erfahrung ergab sich auch mit andern Gas entbindenden Gemengen, doch mit dem Unterschiede, dass die Wirkung verschiedener Substanzen bey verschiedenen Verdichtungsgraden aufhörte. Er glaubte daher, dass dieser Umstand als *Maassstab für die Stärke der chemischen Verwandtschaft* werde dienen können (s. unten *cc*). Man würde sich irren, wenn man glaubte, es sey hier die chemische Verwandtschaft gehemmt worden. Die Wirkung hat ohne Zweifel nur desshalb nachgelassen; weil bey der grossen Compression des Inhaltes das weitere Eindringen des Wärmestoffes abgehalten wurde (s. unter Aräon.)]

§. 92. Die chemische Anziehung stehet durch die angeführten Eigenschaften sowohl mit der abstossenden als mit der allgemeinen Anziehungskraft und mit der Cohäsion im vollkommensten Gegensatze, und je nachdem sie gegen diese Kräfte vorherrschend werden kann, oder durch ein Uebermaass derselben mehr oder weniger in Unthätigkeit gehalten, oder wohl auch gänzlich aufgehoben wird, werden jene mannigfaltigen Verbindungen aus heterogenen Stoffen gebildet, und jene Trennungen solcher Verbindungen eingeleitet, die man *chemische Verbindungen*, *Synthesen*, und *chemische Zerlegungen*, *Zersetzungen*, *Analysen* nennet. — Die chemische Verwandtschaft oder Anziehung ist daher, im Conflicte mit allen übrigen Kräften, die Grundursache aller chemischen Erscheinungen und Veränderungen. Sie zeigt sich aber auch wieder unter verschiedenen Umständen auf eine so verschiedene Weise thätig, dass man dieselbe mit gutem Grunde ferner eintheilen kann in *α*) die *chemische Verwandtschaft des ersten Grades*, und *β*) die *chemische Verwandtschaft des zweyten Grades*.

a. Chemische Verwandtschaft des 1. Grades.

§. 93. *Chemische Verwandtschaft des 1. Grades, energisch-chemische Verwandtschaft*, wird die chemische Anziehung in jenen Fällen genannt, wo sie am meisten vorherrschend ist, und eben darum schärfer ausgezeichnete chemische Verbindungen erzeugt, nähmlich *chemische Verbindungen des 1. Grades, energisch-chemische Verbindungen.* Sie zeichnet sich dabey, ausser den allgemeinen Merkmahlen der chemischen Anziehung (§. 84 und 85), ganz bestimmt durch folgende Eigenschaften aus.

[Man hat in neuerer Zeit die Verbindungen solcher Art *elektrochemische Verbindungen* genannt; indem man voraussetzte, dass die Vereinigung zweyer heterogener Körper einzig und allein aus dem Grunde erfolge, weil der eine positive, der andere negative Elektricität enthalte, und folglich durch die Vereinigung beyder Elektricitäten auch die beyden Körper zusammengebracht würden. — Auf diese Ansicht gründet sich die sogenannte *Elektro-Chemie.* — Dadurch ist jedoch die chemische Verwandtschaft keineswegs überflüssig geworden; es werden derselben vielmehr zweye nothwendig: eine, die die Elektricität an die Körper heftet, und eine andere, die die Anziehung zwischen den beyden Elektricitäten begründet. Und wenn man vollends erwägt, dass, wie gelehrt wird, die beyden Elektricitäten bey ihrer Vereinigung zu 0 *E* (s. Elektricität) werden; so bleibt zuletzt dennoch Niemand übrig, der die beyden Körper zusammenhalten könnte. (*M. Atomenlehre* §. 16.)]

§. 94. *aa) Die energisch-chemische Verwandtschaft erzeugt Verbindungen, deren Eigenschaften von den Eigenschaften ihrer Bestandtheile abweichen, und zwar um so stärker abweichen, je verschiedener die Eigenschaften jener Bestandtheile gewesen sind.*

Beyspiele für diesen Satz geben uns die Mischungen aus Bley und Zinn, aus Zink und Kupfer, und aus Schwefelsäure und Kaliumoxyd. — Bley und Zinn sind einander sehr ähnlich, und geben eine Mischung, die nach ihren Eigenschaften zwischen den Eigenschaften beyder Zuthaten das Mittel hält. — Kupfer und Zink sind einander

weniger ähnlich, und schon durch ihre Farbe leicht zu unterscheiden; die Mischung weichet daher schon merklicher in den Eigenschaften ab, und erscheint weder roth noch weiss, sondern gelb: während sie im Uebrigen, z. B. in der Zähigkeit, das Mittel hält. — Schwefelsäure und Kaliumoxyd endlich sind sehr heterogene Substanzen. Die erstere ist in hohem Grade sauer, das letztere entgegengesetzt scharf und ätzend; die Verbindung aus beyden hingegen hat alle diese Eigenschaften verloren, ihr Geschmack ist bitterlich und salzig, u. s. w. — Ausnahmen von dieser Regel sind gewisser Massen die sogenannten basichen und sauren Salze und einige Metallsalze; die aber auch gleichsam die Uebergangsglieder von den Verbindungen des ersten Grades der chemischen Verwandtschaft zu denen des zweyten Grades bilden.

§. 95. ββ) *Die energisch-chemische Verwandtschaft erzeugt Verbindungen, deren Dichtheit grösser ist, als das Mittel aus den Dichtheiten beyder Zuthaten.*

Diese Verdichtung gibt sich bey der Bildung energisch-chemischer Verbindungen allemahl durch eine Volumsverminderung zu erkennen; woraus man schliessen kann, dass die Körpertheilchen in der Verbindung näher zusammentreten müssen, als es in den Zuthaten der Fall gewesen ist. Beyspiele solcher Verdichtung geben uns alle oben (αα) angeführten Verbindungen; denn man findet sie durchaus dichter, als das Mittel aus den Dichtheiten der Bestandtheile. — Es wird sich indessen in der Folge zeigen, dass höchst wahrscheinlich nur ein einziger Stoff der hier eintretenden Verdichtung fähig ist, und dass in allen übrigen Fällen die bey chemischen Verbindungen erfolgende Verdichtung mit der theilweisen Ausscheidung eben jenes Stoffes verknüpft ist (s. Verbindungen des Aräons weiter unten).

§. 96. γγ) *Die energisch-chemische Verwandtschaft erzeugt Verbindungen, die durch mechanische Gewalt nicht wieder getrennt werden können.*

Wenn man die oben (*αα*) angeführten Verbindungen noch so sorgfältig zerstosst, zerfeilt, pulverisirt u. s. w., so wird dadurch die chemische Verwandtschaft dennoch nicht aufgehoben; denn auch das kleinste Stäubchen derselben enthält dieselben Bestandtheile in demselben Mengenverhältnisse, wie die ganze Verbindung selbst; und diese Erfahrung ergibt sich auch bey allen übrigen energisch - chemischen Verbindungen wieder. — Wenn sich gleichwohl seltene Fälle darbiethen, wo solche Verbindungen durch mechanische Gewalt, z. B. durch Compression zersetzt werden; so geschieht diess immer nur dann, wenn durch mechanische Gewalt die chemische Action irgend eines zersetzenden Stoffes veranlasset wird (s. §. 176).

§. 97. *δδ*) *Die energisch - chemische Verwandtschaft verbindet nur gleichhoch zusammengesetzte Substanzen miteinander.*

[Hierauf gründet sich das früher schon (§§. 19, 20 und 21) entwickelte *Gesetz* der *dualistischen Zusammensetzung.*]

§. 98. *εε*) *Die energisch - chemische Verwandtschaft verbindet nur solche Körper miteinander, die irgend einen gemeinschaftlichen Bestandtheil enthalten.*

Im früher gegebenen allgemeinen Schema für die Zusammensetzung der Körper (§. 21), finden wir diess auf allen Stufen der Zusammensetzung erwiesen: denn das schwefelsaure Kalium-Alumiumoxyd besteht aus schwefelsaurem Kaliumoxyd und schwefelsaurem Alumiumoxyd, welche beyde Schwefelsäure enthalten. Das schwefelsaure Kaliumoxyd bestehet aus Schwefelsäure und Kaliumoxyd, die beyde Oxygen enthalten. Die Schwefelsäure bestehet aus Oxygen- und Schwefelaräoid, die beyde Aräon enthalten, u. s. w. — Es ist diess ein Gesetz, welches sich bey allen unzweifelhaften energisch - chemischen Verbindungen vollkommen bestätiget, und die wenigen noch vorfindigen Ausnahmen, wie z. B. bey einigen Verbindungen des Carbons und Schwefels, mögen wohl wahrscheinlich,

entweder auf Irrungen beruhen, oder schon an der Gränze des Gesetzes liegen (§. 3); sie verdienen daher in hohem Maasse eine sorgfältig wiederhohlte Untersuchung.

§. 99. Merkwürdig ist dieses Gesetz aber wohl auch aus dem Grunde, weil es uns lehrt: dass irgend ein Stoff *A*, wenn er mit einem andern Stoffe *B*, wirklich in genügender Menge verbunden ist, darum noch keinesweges die Fähigkeit verloren hat, andere Stoffe chemisch anzuziehen; dass vielmehr alle mehr als zweyfachen Verbindungen durch diese, nach der Vereinigung von *A* mit *B* oder *C* u. s. w. noch vorwaltende Anziehungskraft begründet sind. Wirkte nicht eine solche Anziehung, so würden sich z. B. (s. §. 21) die Schwefelsäure und das Kaliumoxyd, in welchen beyden schon das Schwefel- und das Kaliumaräoid bis zur Befriedigung mit dem Oxygenaräoid verbunden sind, gar nicht mit einander verbinden, und es wäre auch zu ihrer Vereinigung kein Grund vorhanden. Die Verwandtschaft ist also nach der gegenseitigen Befriedigung zweyer Stoffe immer noch nach Aussen thätig, und sie verbindet im gegenwärtigen Beyspiele die Schwefelsäure mit dem Kaliumoxyd bloss durch jene Kraft, mit welcher das Oxygenaräoid der erstern das Kaliumaräoid des letztern, und das Oxygenaräoid des letztern das Schwefelaräoid der erstern chemisch anziehet.

§. 100. ζζ) *Die energisch-chemische Verwandtschaft verbindet die heterogenen Körper immer nur in bestimmten Gewichtsverhältnissen.*

Ein Beyspiel für dieses Gesetz geben unter tausend andern Fällen die bereits (§. 21) erwähnten Substanzen, Schwefelsäure und Kaliumoxyd; denn verbinden wir diese miteinander, so lehrt die Erfahrung, dass sie sich nur innerhalb gewisser Gränzen miteinander vereinigen: nähmlich 1002,330 Theile Schwefelsäure mit 1179,832 Theilen Kaliumoxyd. Wird mehr Schwefelsäure hinzugefügt, so ist die Mischung sauer, wie die Schwefelsäure selbst; ist zu viel

Kaliumoxyd vorhanden, so schlagen im Geschmacke dessen Eigenschaften vor: und nur wenn mit beyden Zuthaten das erwähnte rechte Verhältniss getroffen ist, wird die Mischung weder sauer noch ätzend schmecken. Wiederholt man sodann diesen Versuch noch so oft, so wird sich immer wieder finden, dass dieselbe Menge Schwefelsäure dieselbe Menge Kaliumoxyd aufnimmt, bis sowohl der saure, als der ätzende Geschmack verschwindet, und dass mithin die Quantitäten, nach welchen sich beyde Substanzen miteinander verbinden, *constant*, d. i. unwandelbar, bestimmt sind. —

Man sagt in solchem Falle, die Schwefelsäure sey von dem Kaliumoxyde *gesättiget* worden, und nennet demnach den Zustand, in welchem sich die Verbindung befindet, den *gesättigten;* den Act, durch welchen dieser Zustand herbey geführet wurde, die *Sättigung;* und den Moment in welchem, durch fortgesetzte Hinzufügung der einen Substanz zur andern, die Sättigung vollendet wird, den *Sättigungspunct;* der Zustand einer gesättigten Verbindung wird im Besonderen noch, bey Substanzen, an welchen die Sättigung sehr leicht sinnlich wahrzunehmen ist (wie z. B. bey Salzen), der *neutrale Zustand* oder die *Neutralität* genannt.

§. 101. In vielen Fällen sind aber die energisch-chemischen Verbindungen fähig auch noch eine zweyte, aber gleichfalls bestimmte Menge des einen Factors aufzunehmen; die sie jedoch schwächer binden, als die erste, und deren Eigenschaften sodann an der Mischung vorwaltend bleiben (§. 23). Der Zustand solcher Verbindungen wird der *übersättigte*, oder die *Uebersättigung* genannt. — Ein solches Beyspiel gibt das vorhin (§. 99) erwähnte schwefelsaure Kaliumoxyd = $\ddot{\underline{K}}\ddddot{\underline{S}}^{2}$: denn es ist fähig, noch so viel Schwefelsäure aufzunehmen, als es bereits enthält, und stellet sodann das *saure schwefelsaure Kaliumoxyd* = $\ddot{\underline{K}}\ddddot{\underline{S}}^{4}$ dar; welches aber den sauren Geschmack der Schwefelsäure besizt. Eben so wird auch das *neutrale carbonsaure*

Sodiumoxyd = $\underline{\ddot{N}}a\underline{\ddddot{C}}^2$, wenn es noch so viel $\ddot{N}a$ aufnimmt, als es bereits enthält, in *basisch-carbonsaures Sodiumoxyd* = $2(\ddot{N}a\ddddot{C})$ übergehen, und sodann die vorwaltenden Eigenschaften des $\ddot{N}a$ zeigen. — Solche, zwar dem Gesetze der chemischen Aequivalenz noch entsprechende, aber dennoch die Eigenschaften des einen Bestandtheiles äussernden Verbindungen, bilden ohne Zweifel das Uebergangsglied zu den chemischen Verbindungen des zweyten Grades (§. 108).

[In anderen Fällen wieder sehen wir aus denselben Substanzen, je nachdem sie sich in verschiedenen Gewichtsverhältnissen miteinander vereinigen, verschiedene Verbindungen entstehen; an welchen die vorhin angeführten Kennzeichen der Uebersättigung nicht wahrzunehmen sind. Diese sind dieselben, die man durch die Benennungen *im Maximum*, *Medium* oder *Minimum* auszuzeichnen pflegt (§. 36.)]

§. 102. Aehnliche Erfahrungen, wie mit der Schwefelsäure und dem Kaliumoxyd (§. 100), ergeben sich nun auch bey allen übrigen Substanzen, die der energisch-chemischen Vereinigung fähig sind; aber wir bemerken auch zugleich, dass das beständige Verhältniss, in welchem sie sich bis zur Sättigung verbinden, bey verschiedenen Substanzen verschieden ist: denn wenn man *gleiche* Quantitäten, z. B. des Kaliumoxydes, mit verschiedenen andern Substanzen verbindet, so erfordern sie dennoch von jeder der letzteren eine *verschiedene* Menge zur Sättigung. Es werden nähmlich, wenn man z. B. die Substanzen: Azotsäure, Muriumsäure und Essigsäure versuchet, 1179,832 Theile Kaliumoxyd, welche zur Sättigung 1002,330 Th. Schwefelsäure nöthig hatten, 954,072 Th. Azotsäure, 680,300 Theile Muriumsäure und 1286,374 Theile Essigsäure erfordern, wenn die Sättigung vollkommen bewirkt werden soll.

Diese Fähigkeit der Körper, sich in bestimmten, aber ungleichen Verhältnissen miteinander zu verbinden, hat man vor längerer Zeit schon die *Sättigungsfähigkeit*, *Sättigungscapacität*, genannt (vergl. auch §. 50 β); aber dem letzten Zehent des dahin gegangenen Jahrhunderts, und in diesem

dem verdienstvollen *J. B.* ***Richter*** war es vorbehalten, die wichtige Entdeckung zu machen: dass — wie schon ***Wenzel*** geahnet hatte — diese Sättigungscapacität nicht nur eine specielle, sondern eine allgemeine sey, und *dass folglich, sobald die sättigenden Mengen, welche A von den Substanzen B und C zur Bildung der neutralen Verbindungen AB und AC aufnimmt, gefunden sind, damit zugleich auch das Verhältniss gegeben ist, in welchem B und C, falls sie der energisch-chemischen Vereinigung fähig sind, sich miteinander verbinden werden.*

Man weiss z. B. aus der Erfahrung, dass sich nachstehende Substanzen in den beygefügten Quantitäten sättigen:

	Gewichtstheile.		Gewichtstheile.	
Schwefelsäure . .	1002,330	mit	1179,832	Kaliumoxyd
Azotsäure	954,072	„	712,038	Calciumoxyd
Muriumsäure . .	685,300	„	781,794	Sodiumoxyd
Essigsäure	1286,374	„	1913,760	Baryumoxyd
	u. s. w.		u. s. w.	

Damit weiss man nun also nicht nur die Sättigungscapacität der einander gegenüber stehenden Substanzen, sondern zugleich auch das Verhältniss jeder einzelnen zu allen übrigen; denn man weiss es nun auch — und die Erfahrung bewährt es — dass z. B. nicht nur

954,072 Theile Azotsäure zur Sättigung erfordern,	1179,832	Th.	Kaliumoxyd, oder
	712,038	„	Calciumoyd, oder
	781,794	„	Sodiumoxyd, oder
	1913,760	„	Baryumoxyd;

sondern, dass auch jede andere der oben genannten Substanzen von allen übrigen, falls sie der Vereinigung mit denselben fähig ist, bis zur Sättigung gerade so viel aufnehmen wird, als die gegebenen Zahlen ausdrücken.

Was insbesondere die *übersättigten* Verbindungen anbetrifft, so hat wieder die Erfahrung in vielen Fällen gezeigt: dass allemahl bey der Bildung solcher Verbindun-

gen die zweytaufgenommene Menge des passiven Factors genau so viel, oder ein Multiplum jener Menge ist, die die neutrale Verbindung enthält (§. 101).

[Vergl. *J. B. Richter's* Anfangsgründe der Stöchiometrie und *M. Atomenlehre.*]

§. 103. Aus diesen bestimmten Verbindungsverhältnissen nun hat *Dalton*, indem er ihren Ursachen nachforschte, seine atomistische Ansicht (§. 15 u. s. f.) gefolgert; indem er schloss, dass schon die letzten Atome, aus welchen die Körper zusammengesetzt sind, ein bestimmtes, aber bey verschiedenen Stoffen verschiedenes Gewicht besitzen, und eben darum auch bey der Vereinigung grösserer Massen dieselben Gewichtsverhältnisse zum Vorschein kommen müssten; in welchen die Atomgewichte der einzelnen, isolirt nicht darstellbaren, Atome zu einander stünden.

§. 104. Forschen wir ferner nach der Ursache, um derentwillen sich ein Atom des activen Factors (§§. 23, 49 und 100) *A* mit mehreren Atomen des passiven Factors *B* verbinden, und so das Gesetz der Multipeln (§. 15) gründen kann; so lässt sich zwar vor der Hand noch keine erweisliche Erklärung darüber geben. Aber aus dem Factum selbst geht es doch unläugbar hervor, dass dabey der Factor *A* eine intensivere Thätigkeit äussert, als der Factor *B*, und dass es folglich nicht ungereimt ist, daraus zu schliessen: *Es müsse die Verwandtschaft von A zu B intensiver seyn, als die von B zu A, und aus diesem Grunde sich A als activer Factor, oder als Einheit herausstellen, und so viele Atome des passiven Factors B aufnehmen, als seiner Anziehung entsprechend sind.* —

Ist dieser Schluss richtig, so erklärt sich sodann auch, warum unter mehreren Verbindungen aus zwey Stoffen oder Körpern immer eine die constanteste ist, und, wenn nicht besondere Umstände hinderlich sind, auch allemahl vorzugsweise gebildet wird. Diess wird nähmlich immer bey

derjenigen Verbindungsabstufung der Fall seyn, in welcher die Summe der Anziehung aller aufgenommenen Atome von *B* gleich, oder doch wenigstens am nächsten ist der Summe der Verwandtschaft von *A*. — Ist jener Schluss richtig, so wird aber auch, wenn einmahl erwiesen ist, dass sich ein Atom von *A* mit 1, 2, 3 u. s. w. Atomen von *B* verbinden kann, die Verbindung von 1 Atom *B* mit 1, 2, 3 u. s. w. Atomen von *A* unmöglich seyn; weil in solchem Falle bald *A*, bald *B* als activer Factor, auftreten, und also eine und dieselbe Ursache ganz entgegengesetzte Erfolge bewirken müsste.

[*M. Atomenlehre* §§. 120 und 121.]

§. 105. ηη. *Die energisch-chemische Verwandtschaft erzeugt Verbindungen, welche zur Annahme regelmässiger Gestalten fähig sind.*

Bey der Entstehung oder Ausscheidung chemischer Verbindungen — besonders in Flüssigkeiten, wo die Bewegung weniger gehindert ist — bemerkt man sehr oft, dass sie sich in höchst regelmässig gestalteten Körpern absetzen, die man *Krystalle* nennet; und es ist wahrscheinlich, dass also alle energisch-chemischen Verbindungen einer solchen Gestaltung, d. i. der *Krystallisation*, fähig sind. Verschiedene Substanzen *krystallisiren* in unendlich verschiedener aber immer regelmässiger Form, *Krystallform*. — Um die Ursache dieser Verschiedenheit zu erklären, hat man daher vor Jahren schon die Meinung aufgestellt: die Atome verschiedener Stoffe hätten an und für sich schon eine verschiedene Gestalt, und müssten aus diesem Grunde bey ihrer gegenseitigen Vereinigung auch wieder verschiedene Gestalten erzeugen.

Eine solche Voraussetzung ist aber nicht einmahl nothwendig, da man schon mit der runden Form der Atome — die auch die wahrscheinlichere ist, weil die Materie in ihren grössten Atomen, den Weltkörpern, wie in den kleinsten sinnlich wahrnehmbaren Atomen, den Amylumkör-

nern, Blutkügelchen u. s. w., ja selbst im Wassertropfen, die Tendenz zur Kugelform manifestirt — zur Krystallbildung vollkommen ausreichet. Denn, wenn auch nur zwey Atome von verschiedener Grösse mit einander vereiniget und in gerade Linien eingeschlossen werden, so entstehet schon ein regelmässiger Körper, der Kegel; und zwar in verschiedenen Verhältnissen der Höhe zur Basis, je nachdem die Differenz in der Grösse beyder Atome verschieden gewesen ist. Bedenkt man aber vollends, dass die Atome sehr oft *polarische Eigenschaften* besitzen, d. h. auf einer Seite mehr Anziehung äussern als auf der andern — wesshalb man die erste Seite den *positiven* oder *plus Pol* (= + Pol), die letztere hingegen den *negativen* oder *minus Pol* (= — Pol) nennet —; so ist der Schlüssel zu zahllosen Krystallformen gefunden, und die Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass dabey die Vereinigung der Atome, folgenden drey Gesetzen entsprechend, erfolgen kann.

a) Sind die Atome heterogener Stoffe polarisch, so werden sich die passiven Atome des Körpers *B* nicht im Kreise um das Atom von *A*, sondern nur am positiven Pole desselben sammeln; so wie z. B. mehrere Eisenspäne an dem einen Pol des Magnetes. Es werden also auch sehr verschiedene Gestalten entstehen, je nachdem die heterogenen Atome mehr oder weniger in der Grösse differiren, oder gegen 1 Atom von *A* mehr oder weniger Atome von *B* aufgenommen werden, oder die einzelnen Atome mit grösseren oder kleineren Atmosphären des Aräons (s. Aräon) in die Verbindung eingegangen sind. Diess wird der Fall seyn, bey allen energisch-chemischen Verbindungen.

b) Vereinigen sich hingegen gleichartige aber polarische Atome; so wird diess immer auf die Weise geschehen, dass sich der positive Pol des einen Atoms an den negativen des andern anschliesset, und eben dadurch jene grösseren Aggregate entstehen, die uns als Krystalle sichtbar werden, und eben so verschiedene Gestalten zeigen,

als die Gestalten der einzelnen Atome (falls es zusammengesetzte Atome irgend einer Ordnung waren) verschieden gewesen sind.

c) Sind endlich die sich verbindenden Atome nicht polarisch, oder verlieren sie ihre Polarität während der Vereinigung; so wird dann die Ansammlung der Atome von *B* nicht an der einen Seite des Atoms von *A*, sondern an dessen ganzer Oberfläche Statt finden, und die unkrystallisirbaren, und zwar insbesondere alle jene Verbindungen erzeugen, die man chemische Verbindungen des zweyten Grades (§. 63 und 108) nennet.

[Bey dieser Ansicht über die Bildung der zusammengesetzten Atome wird sich sodann auch die Verdichtbarkeit vieler Körper, und der Wassergehalt so vieler trocken anzufühlender Krystalle erklären lassen: denn, die jedes Atom umgebenden Atmosphären des Aräons lassen die Verdichtbarkeit durch äussere Gewalt zu; und die bey der Vereinigung runder Atome bleibenden Zwischenräume können sehr wohl mit Wasser erfüllt seyn.]

§. 106. Die Krystallgestalten der Körper können nach dem vorhin Angeführten unendlich verschieden seyn; wie wir sie auch wirklich bey den Körpern aller Zusammensetzungsstufen vorfinden. Aber die Bildung solcher Gestalten muss, wie leicht einzusehen, irgend einer Gesetzmässigkeit unterliegen; deren Enthüllung die Naturforscher bereits sehr vielfältig beschäftiget hat. — *Haüy* nahm zur Erklärung der Krystallbildung 6 *Kerngestalten* an, nähmlich: 1. das *Tetraëder*, 2. das *Octaëder*, 3. das *Triangulardodecaëder*, 4. das *Paralellepipedum*, 5. die *sechsseitige Säule*, 6. das *Rhomboidaldodecaëder;* auf welche er sodann die Massen sich ablagern, und dadurch die verschiedenen Krystallgestalten entstehen liess. — In neuerer Zeit hat jedoch dieser Zweig der mathematischen Forschung riesenhafte Fortschritte gemacht, und sich zu einer eigenthümlichen Wissenschaft gestaltet; auf welche hier verwiesen wird, indem man sich auf folgende Bemerkungen einschränken muss.

Die Beschreibung und Bestimmung der Krystallformen, *Krystallographie*, ist dem Naturforscher unentbehrlich; denn nicht selten wird er dadurch in den Stand gesetzt, Substanzen verschiedener Art von einander zu unterscheiden. Als ein solches Unterscheidungszeichen wurden die Krystallgestalten bisher auch vorzugsweise bey unorganischen Körpern, wie sie vorzüglich in der Mineralogie vorkommen, benutzt; und in so fern als ein Theil der mineralogischen Terminologie betrachtet. Dass sich aber ihre Anwendbarkeit auch viel weiter erstrecken werde, ist leicht vorauszusehen, wenn man bedenkt, dass — wie sich nun bald erweisen wird — auch die Gebilde der organischen Natur nach denselben Gesetzen zusammengesetzt sind, wie die unorganischen.

[*Mohs* lehrt Folgendes: »Die *Krystallographie* theilt die »*Krytallgestalten* in *einfache* und *zusammengesetzte*, und fasset »die erstern, nach Maassgabe gewisser Verhältnisse — die sie ent»deckt, indem sie die Gestalten auseinander ableitet — in 7 Sy»steme zusammen; welche *Krystall-Systeme* heissen, und deren »jedes aus einer einfachen Gestalt entspringt, welche die *Grund*»*gestalt des Systems* genannt wird.«

»Das *erste Krystall-System* ist das *tessularische*, die »Grundgestalt das *Hexaëder*; das *zweyte* das *rhomboëdrische*, »die Grundgestalt das *Rhomboëder*; das *dritte*, das *pyrami*»*dale*, die Grundgestalt eine *gleichseitige vierseitige Pyramide*; »das *vierte*, das *orthotype*, die Grundgestalt ein *Orthotyp* (eine »gerade); das *fünfte*, das *hemiorthotype*, die Grundgestalt »ein *Hemiorthotyp* (eine halbgerade); das *sechste*, das *he*»*mianorthotype*, die Grundgestalt ein *Hemianorthotyp* (eine »halbschiefe); das *siebente* endlich das *anorthotype*, die »Grundgestalt ein *Anorthotyp* (eine schiefe, ungleichkantige, »vierseitige Pyramide.)«

»Die Grundgestalten besitzen, das Hexaëder ausgenommen, »unbestimmte Abmessungen, daher die Krystallformen bloss die »gegenseitigen Verhältnisse der abgeleiteten Gestalten darstellen. »Wenn man aber einer Grundgestalt bestimmte Abmessungen »(aus der Erfahrung) beylegt; so erscheinen auch die abgelei»teten Gestalten unter bestimmten Abmessungen, und die Kry»stall-Systeme verwandeln sich in die *Krystallreihen*, d. h. in

»Inbegriffe von einfachen Gestalten; welche die Fähigkeit be»sitzen, an einer und derselben naturhistorischen Species vor»zukommen. — Dadurch erlangen diese Krystallreihen, und »durch sie die Krystallographie, in der Mineralogie und folglich »auch in der Chemie, eine hohe Wichtigkeit; weil die naturhi»storische Bestimmung der Species eines Minerals oder chemi»schen Präparats, welche nur allein mit Hülfe der Krystallreihen »möglich ist, der chemischen nothwendig zum Grunde liegt (in so»fern man nähmlich wissen will, welche naturhistorische Species »die chemische Untersuchung betrifft), und in allen jenen Fällen, »wo das Individuum nicht verletzt werden darf, dem Chemiker »sogar das einzige Auskunftsmittel bleibt.«

Die zusammengesetzten Gestalten entstehen aus den einfachen, durch Combinationen, welche nur innerhalb einer Krystallreihe Statt finden. Dadurch wird nicht nur die grosse Mannigfaltigkeit der Krystallgestalten einer Species begreiflich, so weit die Erfahrung sie kennen gelernt hat; sondern auch der Theil derselben bekannt, welcher noch nicht ein Gegenstand der Erfahrung geworden ist.

Haüy Traité de Mineralogie. Paris 1801. 2. Ed. 1822 IV. Tom. — Die Deutsche Uebersetzung von *Karsten* und *Weiss* 4 Bde. *Leipzig* 1804 — 10. — Abhandlung der Akad. der Wissenschaften in Berlin. Jahrgang 1815, 17, 21. — *F. Mohs* leichtfassliche Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreichs, mit 8 Kupfern, 1832. Wien bey Wallishausser.]

§. 107. Die Krystallgestalten sind dem Chemiker also in sofern von hoher Wichtigkeit, als sie in vielen Fällen als äusseres Unterscheidungszeichen verschiedener Stoffe und Verbindungen dienen können. Ja es ist nach den grossen Fortschritten der Krystallologie zu hoffen, dass man dereinst aus der Krystallform irgend einer Verbindung, auch die Anzahl der darin enthaltenen Atome des multiplen Bestandtheils wird folgern können (§. 51).

Indessen darf nicht übersehen werden, dass jetzt noch gegen die volle Gültigkeit jener Hoffnungen einige Zweifel obwalten. Sehr oft findet man nähmlich jetzt noch, dass mehrere heterogene Körper und Verbindungen eine gleiche Krystallform haben. So fand z. B. *Mitscherlich* die arsenigtsauren mit den phosphorigtsauren, und die

arseniksauren mit den phosphorsauren Salzen gleich krystallisirend; und eben so die schwefelsauren Salze des Magnium-, Nickel- und Zinkoxydes, in dem Falle, wenn sie gleichviel, nähmlich 7 Atome Wasser enthielten u. s. w. *Mitscherlich* nannte solche Substanzen, die sich auf diese Weise, bey gleicher Anzahl der Atome ohne Aenderung der Krystallform vertreten können, wie hier im ersten Falle die arsenigte und phosphorigte Säure, im zweyten hingegen das Magnium-, Nickel- und Zinkoxyd, in Beziehung auf einander, *isomorphe Körper*, und ihre Fähigkeit sich so zu verhalten, den *Isomorphismus*. — Körper, die bey gleicher Anzahl der Atome in der angeführten Art dennoch ungleich krystallisiren, werden in ihrer gegenseitigen Beziehung *heteromorphe Körper* genannt. — Körper insbesondere, welche bey ganz gleicher Anzahl und Art ihrer Atome zwey verschiedene Grundformen der Krystallisation annehmen können, wie z. B. der Schwefel und das saure phosphorsaure Calciumoxyd, werden *dimorphe* Körper genannt. — Körper, die muthmasslich aus gleich viel Atomen derselben letzten Bestandtheile zusammengesetzt sind, und dennoch verschiedene Eigenschaften besitzen, wie z. B. die durch Verbrennung, und die auf andern Wegen erzeugte Phosphorsäure (§. 178), hat man *isomerische* oder *isomere Körper* genannt, und diese Eigenschaft den *Isomerismus*. Diese auffallende Erscheinung bey den isomeren Körpern hat man in neuerer Zeit durch die Annahme zu erklären gesucht, dass sich solche Körper auch wohl dadurch von einander unterscheiden dürften, dass der eine zweymahl, oder mehrmahl dieselben Bestandtheile enthalte: so zwar, dass also z. B. der eine aus 1 Atom A + 2 Atomen B, der andere hingegen aus 2 Atomen A + 4 Atomen B u. s. w. zusammengesetzt sey. Unter dieser Voraussetzung hat man solche Körper *polymerische* Körper genannt. — Man hat endlich jene höher zusammengesetzten Körper *metamerische* Körper genannt; welche unter gewis-

sen Umständen durch Zersetzung ihrer nähern Bestandtheile, und Wiedervereinigung ihrer entfernten Bestandtheile zu andern nähern Bestandtheilen, eine solche Veränderung erleiden können: dass sie zwar alle ihre entfernten Bestandtheile noch enthalten, aber dennoch anders zusammengesetzt sind als Anfangs. — Körper die gestaltlos sind, wie z. B. der Opal und alle unkrystallisirbaren Flüssigkeiten, nennt man *amorphe* Körper.

Dass die hier erwähnte Isomerie wahrscheinlich auf einem Irrthume beruhet, wird weiterhin noch bemerklich werden (§. 170 und 178). Ob es nicht auch mit der Isomorphie und Polymorphie u. s. w. eine gleiche Bewandtniss habe, muss die Erfahrung lehren.

[Ann. d. Ch. IV, 72; VII, 399; VIII, 5; XIV, 172; XXIV, 269. — Abh. d. Akad. d. W. in B. 1821. — P. Ann. VI, 191; XI, 323; XII. 137. Schw. J. LXVII, 418.]

β. *Chemische Verwandtschaft des 2. Grades.*

§. 108. Wenn heterogene Körper sich bereits bis zur Sättigung durch energisch-chemische Verwandtschaft mit einander verbunden haben, oder wenn sie der energisch-chemischen Verbindung auch sogar nicht fähig sind; so folgt daraus noch nicht, dass in solchen Körpern die chemische Verwandtschaft unthätig sey. Man bemerkt vielmehr in vielen Fällen solcher Art, dass die chemische Anziehung unverkennbar das Streben offenbaret, solche Körper zu vereinigen, oder wenigstens einander so nahe zu bringen, als es unter den vorwaltenden Umständen möglich ist. Dieses Streben kann man die *chemische Verwandtschaft des zweyten Grades*, oder, aus weiterhin vorkommenden Gründen, *atmosphärenbildende Verwandtschaft* nennen; wenn es gleich wahrscheinlich ist, dass ihre Effecte nur auf einer minder intensiven Wirkung derselben Kraft, die auch die energisch-chemischen Verbindungen erzeugt, begründet sind.

[Jene Chemiker, welche die energisch-chemischen Verbindun-

gen als elektro-chemische Verbindungen ansehen (§. 92), nennen die durch diesen zweyten Grad der chemischen Verwandtschaft entstehenden Verbindungen, schlechthin chemische Verbindungen.]

§. 109. Zwischen festen Körpern ist der zweyte Grad der chemischen Anziehung zwar so auffallend nicht thätig; dennoch kann aber der Einfluss desselben nicht zu verkennen seyn, da höchst wahrscheinlich viele Aeusserungen der Adhäsion heterogener Körper einzig und allein in unbefriedigter chemischer Verwandtschaft begründet sind. — Bey weitem auffallender wirket aber diese Art der Anziehung zwischen flüssigen und flüssigen, und flüssigen und festen Körpern. Im ersten Falle vereinigen sich beyde Flüssigkeiten, z. B. Weingeist und Wasser, zu einem gleichförmigen Ganzen, welches gleichfalls flüssig ist; und wir nennen eine solche Mischung die *Verdünnung* (der einen Flüssigkeit mit der andern). Im zweyten Falle hingegen kann der Erfolg nach Umständen verschieden seyn.

a) Entweder die Anziehung des flüssigen Körpers ist zu wenig intensiv, als dass sie die Cohäsion des festen Körpers zu überwinden vermöchte. In solchem Falle wird eine gewisse Menge des flüssigen Körpers den festen Körper von allen Seiten umgeben, und eine förmliche *Atmosphäre* bildend, an demselben haften. Diese Atmosphäre wird aber auch dem festen Körper am nächsten die grösste Verdichtung erleiden (§. 75 *c*).

[Ein solches Beyspiel der Atmosphärenbildung gibt uns die Elektricität, wenn sie an festen Körpern haftet, und es ist bekannt, dass letztere nur eine gewisse Menge der Elektricität solcher Gestalt aufnehmen können (§. 66.)]

b) Oder die Anziehung der Flüssigkeit wirket so intensiv, dass sie bis zu einer gewissen Gränze die Cohäsion des festen Körpers überwinden kann. In diesem Falle wird der feste Körper in sehr kleine Theile zerfallen; damit die Flüssigkeit mehr Berührungsflä-

chen gewinnen, und um jedes Theilchen eine eigene Atmosphäre bilden könne.

[Ein passendes Beyspiel dieser Art ergibt sich, wenn Amylum oder Thonerde mit Wasser übergossen wird; denn beyde werden bald in feines Pulver zerfallen, nnd sich im Wasser vertheilen.]

c) Oder die Anziehung der Flüssigkeit wird vorherrschend, und bewirkt sodann, wenn letztere in hinreichender Menge vorhanden ist, eine so feine Vertheilung des festen im flüssigen Körper, dass von ersterem durchaus kein Theilchen mehr sichtbar ist. Dieser Erfolg wird die *Auflösung* (§. 64) oder *Lösung* genannt, und schliesset sich, dem Gesetze des allmählichen Ueberganges (§. 3) gemäss, zunächst an die Erfolge der energisch-chemischen Verwandtschaft an; ja er findet, wie bey letzterer, auch nur in dem Falle Statt, wenn der feste Körper den flüssigen bereits als Bestandtheil enthält, oder eine äquivalente Menge desselben energisch-chemisch zu binden fähig ist. — Der feste Körper wird in solchen Fällen der *aufzulösende Körper*, der flüssige hingegen das *Auflösmittel* genannt.

[Ein Beyspiel solcher Art gibt uns das trockene schwefelsaure Sodiumoxyd und das Kaliumoxyd, wenn sie mit Wasser übergossen werden, und darin scheinbar ganz und gar verschwinden oder *aufgelöst* werden. — Ein Beyspiel der Auflösung in gasförmigen Flüssigkeiten gibt jedes riechende Oehl, wenn es der atmospärischen Luft ausgesetzt wird; denn man wird dasselbe bald in grösserem Abstande durch den Geruch wahrnehmen: was aber nicht geschehen könnte, wenn nicht die Luft vermöge ihrer Anziehung die Atome des Oehls atmosphärisch umgäbe, und dadurch ein so grosses Volumen der Mischung bildete, dass endlich auch die Nase erreicht würde. Diesen Erfolg nennt man gewöhnlich, aber sehr uneigentlich (§. 224) die *Verflüchtigung*.

Merkwürdige Erscheinungen ergeben sich beym zweyten Grade der chemischen Anziehung auch dann, wenn ein

in tropfbaren Flüssigkeiten aufgelöster Körper daraus in krystallinischer Form wieder abgesetzt wird; denn es werden in solchen Fällen oft bedeutende Mengen des Auflösmittels in die Zwischenräume der Krystalle eingeschlossen, die man sodann, wenn die Flüssigkeit Wasser war, *Krystallwasser*, wenn sie Mercur war, *Krystallmercur*, wenn sie Alkohol war, *Krystallalkohol*, u. s. w. nennet. Dass diese Flüssigkeiten nur im zweyten Grade der chemischen Verwandtschaft, und zwar am mindesten intensiv (s. oben *α*) gebunden sind, ergibt sich beym Zerreiben der Krystalle, indem z. B. Wasser haltende trockene Krystalle ein sehr nasses Pulver geben (§. 65).

§. 110. Die Erfolge der chemischen Verwandtschaft des zweyten Grades sind dem Chemiker von hoher Wichtigkeit, und ihre Unterscheidung von denen des ersten Grades kann ihn oft gegen Irrthum verwahren, und zur Erkenntniss scheinbar unerklärbarer Phänomene leiten. — Insbesondere müssen aber bey allen möglichen chemischen Arbeiten die Körper vorher schon mit Hülfe dieses zweyten Grades in den flüssigen Zustand versetzt werden (§. 90), ehe und bevor die energisch-chemische Verbindung vor sich gehen kann. — Die vollständigeren Resultate dieses zweyten Grades (§. 109 *c*) sind übrigens den energisch-chemischen Verbindungen überaus ähnlich; sie unterscheiden sich aber dennoch von denselben mit folgendem:

§. 111. *αα*) *Die atmosphärenbildende Verwandtschaft erzeugt Verbindungen, die noch die vorzüglichsten Eigenschaften ihrer Bestandtheile an sich tragen.*

Die Zuckerauflösung schmeckt und wirket wie Zucker; die Auflösung des schwefelsauren Sodiumoxydes wie dieses Salz; die Mischung aus Weingeist und Wasser wie Weingeist, nur schwächer.

§. 112. *ββ*) *Die atmosphärenbildende Verwandtschaft erzeugt Verbindungen, deren Dichtheit geringer ist als das Mittel aus den Dichtheiten der Bestandtheile.*

Wird salzsaures Calciumoxyd, Schwefelsäure, oder Weingeist mit einer gewissen angemessenen Menge Wassers vermischt, so vermindert sich das Volumen unter Wärmeentbindung; weil eine Verbindung des ersten Grades entstehet. Wird sodann noch mehr Wasser hinzugefügt, so erfolgt, indem sich eine Verbindung des zweyten Grades bildet, Volumsvermehrung und Kälte (vergl. auch Aräon). Man kann also schon aus der Volumsveränderung schliessen, ob eine Verbindung des ersten oder zweyten Grades entstanden sey.

§. 113. γγ) *Die atmosphärenbildende Verwandtschaft erzeugt Verbindungen, die durch mechanische Gewalt meistens (vielleicht alle) aufgehoben werden.*

Wird wasserhaltende, oder mit einem riechenden Oehl angeschwängerte Luft (§. 109, *c*) stark comprimirt, so setzt sich das Wasser oder das Oehl in Tropfen ab. — Wirket ein starker Druck auf die wässerige Auflösung des schwefelsauren Sodiumoxyds, so lagert sich ein Theil desselben in Krystallen ab. — Werden wasserhaltende Krystalle oder krystallisirte Amalgame zerrieben und gepresst, so offenbart sich das freye Wasser und Mercur.

§. 114. δδ) *Die atmosphärenbildende Verwandtschaft verbindet nur solche Körper, die auf ungleicher Stufe der Zusammensetzung stehen.*

So sind z. B. die Substanzen, schwefelsaures Kaliumoxyd, schwefelsaures Alumiumoxyd und schwefelsaures Kalium-Alumiumoxyd, alle höher zusammengesetzt, im Wasser auflöslich, welches auf einer tiefern Stufe der Zusammensetzung stehet. In andern Fällen, wo sich wirklich gleich hoch zusammengesetzte Körper mit dem Wasser zu verbinden scheinen, werden diese im Act der Auflösung vorher mit einer bestimmten Menge Wassers energisch verbunden, und dann erst aufgelöset; wie z. B. das Kalium- und Sodiumoxyd, welche nur, wenn sie zuerst Hydrate geworden sind, in die Auflösung übergehen.

§. 115. εε) *Die atmosphärenbildende Verwandtschaft ver-*

bindet zuweilen auch Körper mit einander, die keinen gemeinschaftlichen nähern Bestandtheil enthalten.

Oxygengas wird vom Wasser absorbirt; diese seltenen Beyspiele stehen aber schon auf der Gränze des Gesetzes (§. 109). In der Regel gilt dasselbe wie bey den energisch-chemischen Verbindungen (§. 98). Man bemerkt daher nicht selten, dass ein Körper vorher einen Theil des Auflösemittels energisch-chemisch bindet, und dann erst aufgelöset wird; wie z. B. das Kaliumoxyd (§. 114).

§. 116. ζζ) *Die atmosphärenbildende Verwandtschaft verbindet heterogene Körper in unbestimmten Verhältnissen, jedoch sehr oft mit einem Maximum, welches von äussern Umständen abhängig ist.*

Wenn Zucker, oder irgend ein Salz im Wasser aufgelöset wird, so kann man mehr oder weniger nehmen, die Verbindung wird immer die Eigenschaften der Zucker- oder Salzauflösung zeigen: aber es wird von einer gegebenen Menge Wassers nur ein gewisses Maximum des Zuckers oder Salzes aufgenommen werden, und nicht mehr. Dieses Maximum ist jedoch bey verschiedenen Stoffen verschieden, und auch für einen und denselben Körper verschieden, wenn es wärmer oder kälter, oder die Flüssigkeit einem grössern oder geringern Drucke ausgesetzt ist. So löset sich z. B. das salpetersaure Kaliumoxyd in 3 Theilen kalten und in weniger als 1 Theile heissen Wassers auf. Wird eine heisse Auflösung des schwefelsauren Sodiumoxydes im Gefässe hermetisch verschlossen, und also vom Drucke der Atmosphäre befreyt, so bleibt sie auch nach dem Erkalten klar; aber sie lässt sogleich einen Theil des Salzes krystallinisch fallen, wenn das Gefäss eröffnet, und also die Flüssigkeit dem Drucke der Atmosphäre ausgesetzt wird. Umgekehrt wird auch eine gesättigte Auflösung bey derselben Temperatur noch mehr Salz aufnehmen, wenn die darüber befindliche Luft ausgepumpt wird. — Die hier vorwaltende Sättigung ist übrigens sehr wohl zu unterscheiden, von je-

ner bey energisch-chemischen Verbindungen vorwaltenden (§. 100); die sich durch den Verlust der Eigenschaften beyder Zuthaten manifestirt.

§. 117. ηη) *Wenn durch atmosphärenbildende Verwandtschaft zwey Substanzen vollkommen mit einander gesättiget sind; so schliesset diess die Aufnahme einer dritten, vierten u. s. w. Substanz nicht aus.*

So können z. B. 8 Theile Wasser, bey gewisser Wärme nicht mehr als $9\frac{1}{2}$ Th. schwefelsaures Eisenoxydul auflösen. Diese Auflösung ist aber fähig, nachher noch $1\frac{1}{2}$ Seidlitzer Salz, $\frac{1}{4}$ azotsaures Kaliumoxyd, und 3 Th. Zucker aufzunehmen. — Dasselbe Auflösmittel, hier das Wasser, welches bereits mit einer Substanz gesättiget ist, löset aber hierauf nur gewisse, und keineswegs alle jene Substanzen auf, die es für sich allein auflösen kann. — Dieses Umstandes bedient man sich oft, um zwey Substanzen, die zwar beyde im reinen, nicht aber im Auflösemittel, welches bereits mit einer dritten Substanz gesättiget wurde, auflöslich sind, von einander zu trennen.

§. 118. ϑϑ) *Die atmosphärenbildende Verwandtschaft erzeugt in der Regel Verbindungen, die zur Annahme regelmässiger Gestalten unfähig sind.*

Alle Auflösungen des Zuckers, der Salze u. s. w. im Wasser, der Harze im Weingeist, sind gestaltlos, oder flüssig, und nehmen daher immer die Form der Gefässe an, und man entdeckt daran nicht eine Spur einer regelmässigen Gestalt: ausgenommen wenn sie krystallisiren, wo aber immer nur energisch-chemische Verbindungen in den festen Zustand übergehen. Dass gewisse Krystalle Wasser oder Mercur enthalten, beweiset hiergegen nichts: denn das überflüssige Wasser oder Mercur ist für sich nur mechanisch in den Zwischenräumen der krystallisirten Substanz eingeschlossen; was sich schon beym Zerreiben solcher Krystalle zeiget (§. 109 d. Schluss).

Dritter Abschnitt.

Vom chemischen Prozesse.

§. 119. Denkt man sich die im Vorigen (II. Abschnitt) erwähnten, auf verschiedene Weise modificirten, Kräfte auch nur an einer sehr geringen Anzahl von heterogenen Stoffen thätig; so wird man ohne Zweifel erstaunen, über die Mannigfaltigkeit der dabey möglichen Erfolge. Aber folgerecht wird sich auch sogleich der Schluss ergeben: dass alle Körper, wenn sie mit chemischer Verwandtschaft begabt seyen, sich, den Gesetzen dieser Anziehung folgend, mit einander verbinden, nach der hieraus entspringenden Anordnung und nach den Gesetzen der Gravitation, auf einander ablagern würden; und endlich, wenn das Gleichgewicht aller erreicht werde, eben durch die chemische Anziehung die ganze irrdische Natur in ewigem Tode untergehen müsste, wenn nicht irgend ein eben so mächtiges Hinderniss diesem Streben entgegen wirkte.

§. 120. Ein solches Hinderniss ist indessen mit hoher Weisheit in jener immerwährenden Bewegung gegeben, die die Weltkörper im unermesslichen Weltraume umhertreibt, und insbesondere in der unaufhörlichen Bewegung der Erde. Täglich bewegt sich dieser Planet um seine eigene Achse, und jährlich einmahl um die Sonne. Täglich sind wir also einem neuen, und zwar durch den jährlichen Umlauf der Erde verschiedentlich modificirten Einflusse des Sonnenkörpers ausgesetzt. Dieser Einfluss ergibt sich in der Attraction der Sonne (und wohl auch des Mondes und anderer Weltkörper) zu den materiellen Bestandtheilen des Erdkörpers; welche vorzüglich an den flüssigen Theilen des letztern sehr auffallend wahrzunehmen ist. Sie tritt beschränkend auf, gegen die Anziehung des Erd-

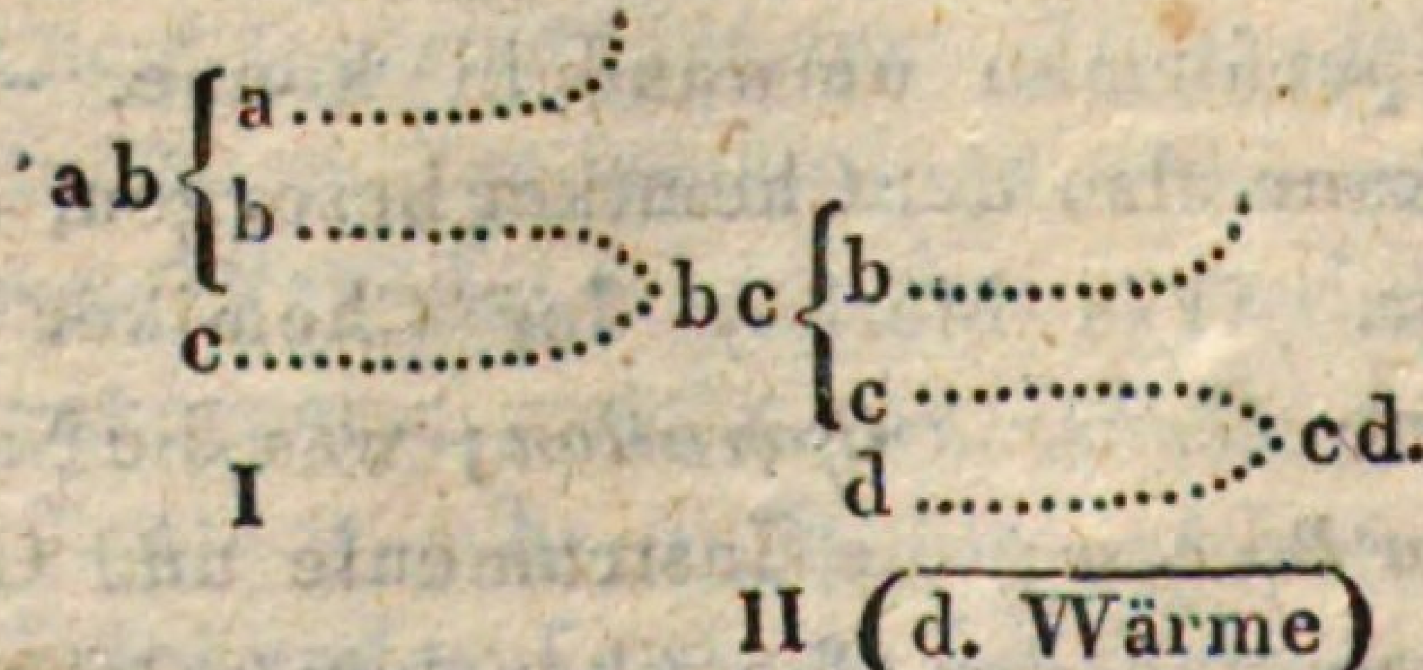
körpers, vermindert und verändert dadurch täglich einmahl, über alle Puncte fortschreitend, die von ihm bewirkte Verdichtung und Vertheilung in den flüssigen Theilen, Luft und Wasser, und erzeugt auf diese Art, sowohl in der Luft, als im Wasser, durch jedesmahlige Anhäufung dieser Flüssigkeiten an der der Sonne zugewendeten Seite, jene Erscheinungen, die wir *Ebbe* und *Fluth* nennen; und die wahrscheinlich auch die tägliche Bewegung der Erde um ihre Achse unterhalten. — Was also in der Nacht durch die chemische Anziehung der ewigen Ruhe näher gebracht werden konnte, das wird am nächsten Morgen wieder gestört; indem die aufgehende Sonne alle Körper, die schon nach chemischen Anordnungen unwirksam neben einander liegen konnten, bey ihrem jedesmahligen Wiedererscheinen neuerdings in Bewegung setzt, und dabey ganz vorzüglich durch das Ueberströmen der Flüssigkeiten von einem Puncte des Erdballs auf den andern, solche Körper, die der chemischen Einwirkung fähig sind, täglich in neue Berührung bringet: wodurch aber chemische Action, und mithin Bewegung, Thätigkeit und Leben über die ganze Schöpfung verbreitet wird.

§. 121. Was hier die Natur im Grossen und im Allgemeinen bewirkt, das sucht der Chemiker, die Kräfte der Natur erborgend, im Kleinen und im Einzelnen nachzuahmen. — Er bringet nähmlich solche Körper, die der gegenseitigen chemischen Einwirkung fähig sind, unter angemessenen Umständen miteinander in Berührung; damit diese Einwirkung erfolgen, und die derselben ausgesetzten Stoffe, nach den Gesetzen der chemischen Verwandtschaft zu neuen Körperformen umwandeln könne. — Nur das Mechanische kann also der Chemiker besorgen, das Uebrige thut die Natur. Was hierbey der Chemiker verrichtet, nennen wir eine *chemische Operation*; was die Natur wirket, den *chemischen Process*; die Instrumente und Geräthschaften aber, deren sich der Chemiker bey solchen Arbeiten bedient, heissen der *chemische* oder *chemicalische Apparat.*

[Wenn wir Zucker und Wasser in einer Pfanne über dem Feuer aufsieden lassen; so ist diess eine chemische Operation. Die Pfanne und der Ofen sind der chemische Apparat, die zwischen dem Zucker und Wasser erfolgende Auflösung ist der chemische Process.

§. 122. Der *chemische Process* ist also jener Act, durch welchen die chemische Verwandtschaft neue Verbindungen erzeugt, alte Verbindungen zerstört, oder auch beydes zugleich bewirkt. Er wird sich daher verschieden gestalten, je nachdem eines oder das andere oder beydes geschieht, und je nach den verschiedenen Stoffen, die dabey im Spiele sind. Nur höchst selten hat es jedoch der Chemiker mit einfachen Processen der ersten und zweyten Art zu thun; weil gewöhnlich mehr als zwey Stoffe zugleich in chemische Action treten, und folglich auch mehrere solche einfache Processe in gleicher Zeit vor sich gehen können. Je grösser nun aber die Anzahl der gleichzeitig auf einander wirkenden Stoffe ist, je mannigfaltiger müssen auch die Erfolge seyn; und wenn vollends mehrere einfache Prozesse der ersten und zweyten Art gleichzeitig vor sich gehen: so bilden sich endlich *Gesammtprocesse*, oder Aggregate von chemischen Processen, deren Complication und Mannigfaltigkeit durch Worte kaum mehr leichtfasslich zu beschreiben ist. Man hat sich daher veranlasst gefunden, die chemischen Processe auch durch schematische Darstellungen dem Auge anschaulich zu machen.

§. 123. Das *Schema* eines chemischen Processes wird am deutlichsten, und selbst in den complicirtesten Fällen ausführbar, wenn

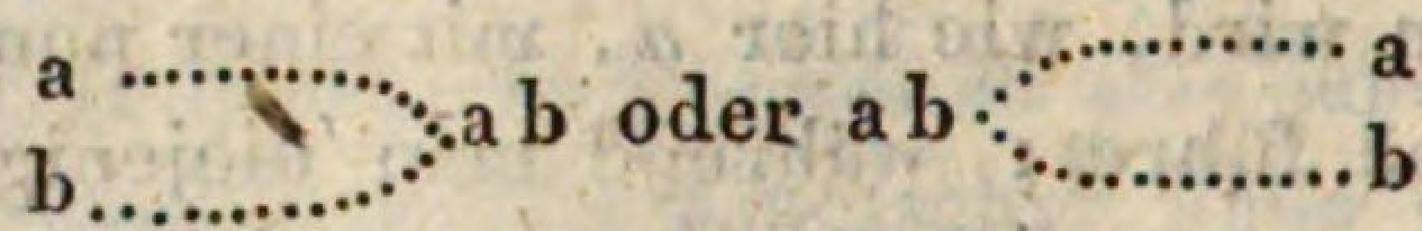


man die aufeinander wirkenden Körper *a b* und *c* untereinander schreibt, und falls einer zersetzt werden soll, denselben wie hier *a b* hinter einer Klammer in seine Bestandtheile *a* und *b* zertheilt; hierauf denjenigen Bestandtheil, welcher ausgeschieden wird, wie hier *a*, mit einer punctirten Linie aus der Reihe führet; während man diejenigen Bestandtheile, welche sich miteinander verbinden sollen eben so mittelst punctirter Linien zusammen führet, und dort, wo sie sich berühren, das neue Product, wie hier *b c* hinschreibt. Oft geschieht es aber, dass gleichsam in *einer* Arbeit auch noch das neue Product *b c* wiederholt durch einen dritten hinzuzufügenden Körper *d* neuerdings in *b* und *c d* zersetzt werden soll; welches sodann nach derselben Regel anzudeuten, zugleich aber — weil nunmehr zwey verschiedene Processe nach einander erfolgt sind — auch mittelst römischer Zahlen, wie oben, anzuzeigen ist, wo der erste und der zweyte Process beginnt. In Fällen endlich, wo es nicht hinreichet, dass bloss die Berührung der betreffenden Substanzen gebothen wird, sondern noch etwas anderes zu geschehen hat, hier z. B. die Mitwirkung der Wärme, lässt sich auch diess, wie oben, mit einem den betreffenden Process in einem Kreise bezeichnenden Worte beyfügen. Auch könnte man allenfalls durch ungleich punctirte Linien andeuten, ob die ausgeschiedenen oder entstehenden Substanzen fest, tropfbar oder gasförmig sind, u. s. w. — Die Erfahrung hat bereits gezeigt, dass sich mit solchen Schematen selbst die complicirtesten Processe vollständig und sehr deutlich geben lassen. Sie sollen daher auch hier zur Versinnlichung der gewöhnlich vorkommenden Processe dienen.

[*M. Handbuch* I. 79, IV. 1043.]

§. 124. Man hat den chemischen Process in den synthetischen und analytischen Process eingetheilt. Der *synthetische Process* ist jener, durch welchen chemische Verbindungen erzeugt; der *analytische Process* dagegen derje-

nige, durch welchen chemische Verbindungen in ihre Bestandtheile zersetzt werden. Man sollte meinen die einfachesten Fälle der Synthese und Analyse müssten also diejenigen seyn, wo entweder

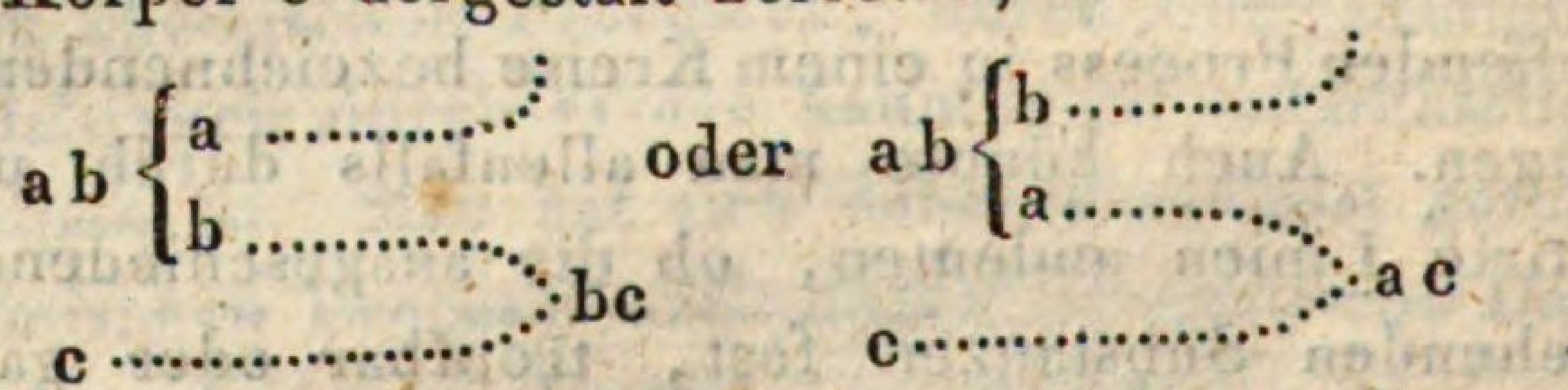


a mit *b* zu *ab* verbunden werde, oder ein *ab* in *a* und *b* zerfalle. Allein diese Voraussetzung bewährt sich nur im ersten dieser Fälle, und gibt uns das Beyspiel einer *reinen Synthese;* während der zweyte Fall, nähmlich die *reine Analyse ganz unmöglich ist*: denn *ab* wird durch die chemische Anziehung zusammengehalten, und kann folglich durch dieselbe Kraft nicht auch zerlegt werden.

§. 125. Wohl erwogen, finden wir aber dennoch zwey Arten des chemischen Processes. Entweder es vereinen sich zwey heterogene Substanzen *a* und *b* zum homogenen Ganzen

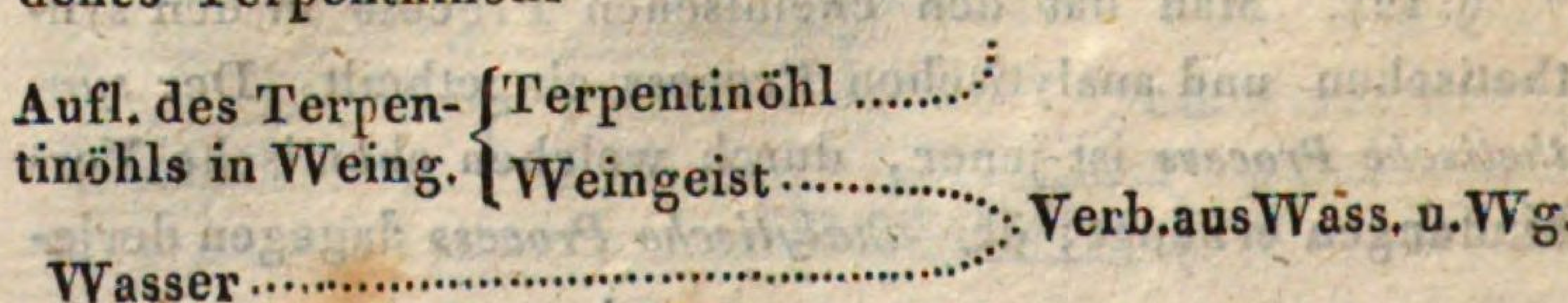


ab; oder es wird irgend eine Verbindung *ab* durch einen dritten Körper *c* dergestalt zersetzt, dass



entweder *bc* gebildet und *a* ausgeschieden, oder *ac* erzeugt und *b* aus der Verbindung geworfen wird.

Ein solches Beyspiel in genannten Substanzen geben die Auflösung des Terpenthinöhls in Weingeist und das Wasser; denn sie zerfallen bey der Berührung in eine Verbindung aus Wasser und Weingeist, und in ausgeschiedenes Terpenthinöhl

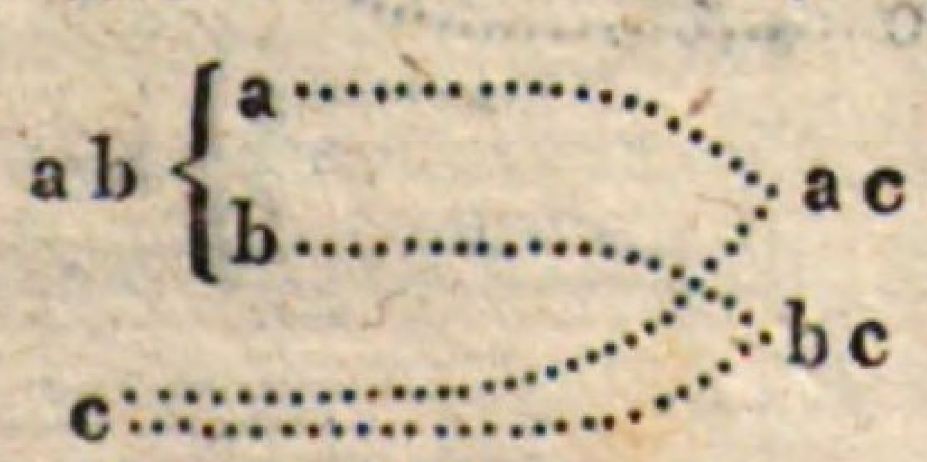


Die Analyse ist also in solchem Falle nicht mehr rein: denn sie wird von einer Synthese begleitet, oder vielmehr bewirkt; indem die Verbindung aus *b* und *c*, oder Weingeist und Wasser entstehet, und eben darum *a* oder das Terpenthinöhl ausgestossen wird. — Ein solcher Fall wird die Scheidung oder Zersetzung durch *einfache Wahlverwandtschaft* genannt; weil die Substanz *c* gleichsam zwischen *a* und *b* wählet. Dabey wird der ausgeschiedene Körper, hier *a* oder das Terpenthinöhl, ein *Educt*, jede während des chemischen Processes erzeugte Verbindung hingegen, hier *bc* oder die Verbindung von Wasser und Weingeist, ein *Product* genannt. *Nebenproducte* nennet man solche Producte, die nebst den beabsichtigten Producten gleichzeitig entstehen, ohne eben gesucht zu werden. Hätte man z. B. die Auflösung des Terpenthinöhls in Weingeist nur allein desswegen mit Wasser vermischt, um das Terpenthinöhl auszuscheiden; so wäre die entstehende Auflösung von Weingeist und Wasser ein Nebenproduct.

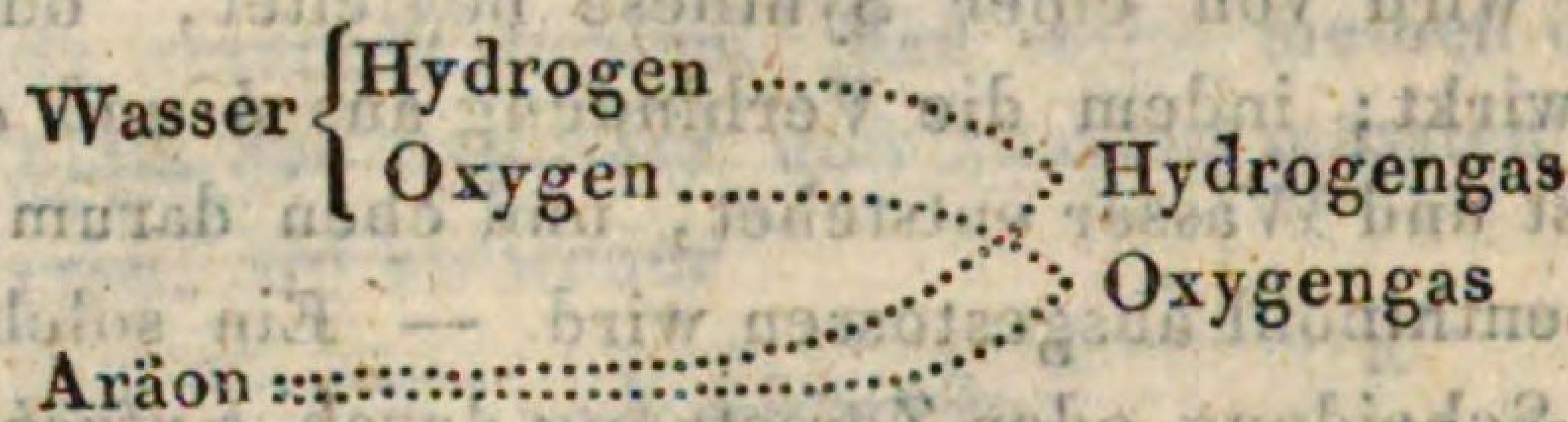
Aus diesen zwey einfacheren Processen sind nun alle folgenden zusammengesetzteren construirt.

[Man hat ferner die chemische Verwandtschaft in Beziehung auf besondere Fälle des chemischen Processes auch bald die *zusammensetzende*, bald die *anneigende*, bald die *vorbereitende* oder *prädisponirende* (§. 132) u. s. w. *Verwandtschaft* genannt. Die meisten unter diesen besondern Arten der chemischen Verwandtschaft, sind jedoch nicht scharf genug von einander zu unterscheiden, oder mit unzweydeutigen Beyspielen zu belegen; auch lassen sie sich viel einfacher als complicirte Fälle darstellen (§. 121).]

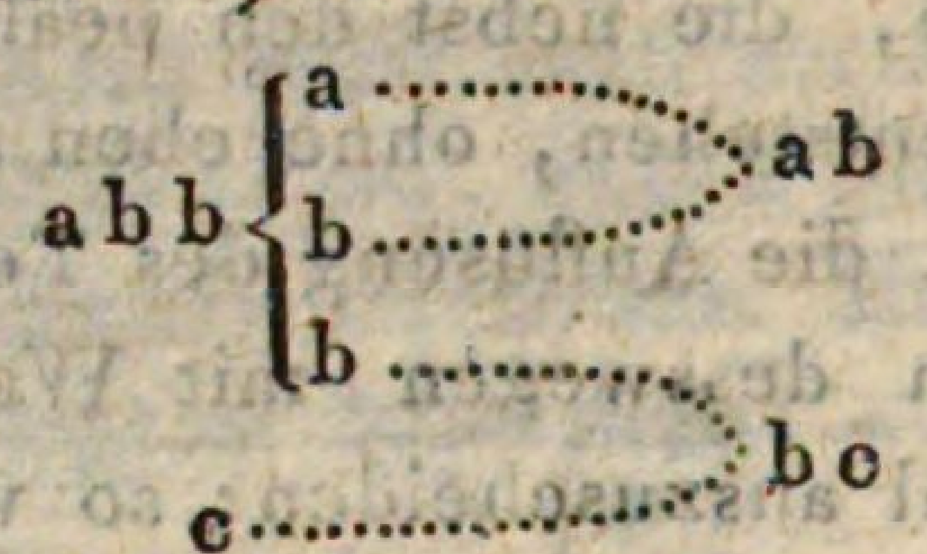
§. 126. Es kann z. B. geschehen, dass bey der Zersetzung von *ab* durch *c*, dieses *c* sowohl zu *a* als zu *b* näher verwandt ist als *a* zu *b*, und eben darum zwey neue Verbindungen *ac* und *bc* entstehen.



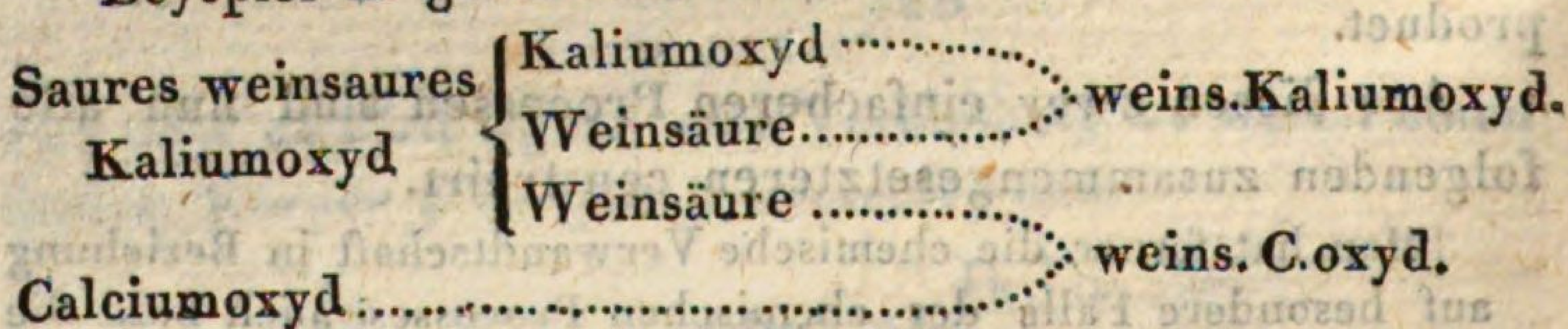
Beyspiel in genannten Substanzen:



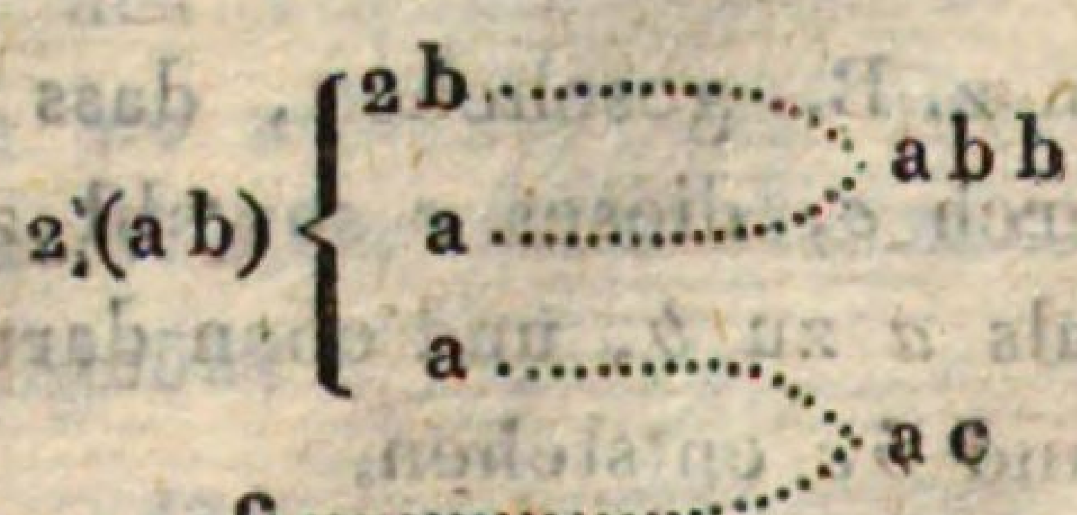
§. 127. Oder es kann ein *ab* nur zum Theil durch *c* zersetzt werden, so zwar, dass eine Verbindung *bc* entstehet, und eine Verbindung *ab* mit weniger *b* zurückbleibt; wie diess vorzugsweise mit jenen Körpern geschieht, die im Zustande der Uebersättigung sind, und also den einen Bestandtheil *b* in doppelter Quantität (d. h. mit 2 Atomen gegen 1 Atom *a*) enthalten.



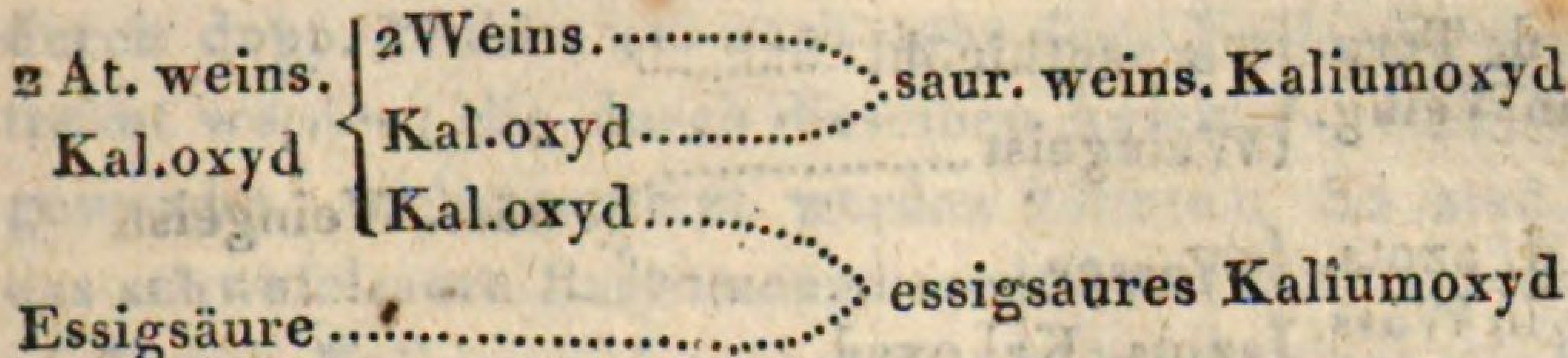
Beyspiel in genannten Substanzen:



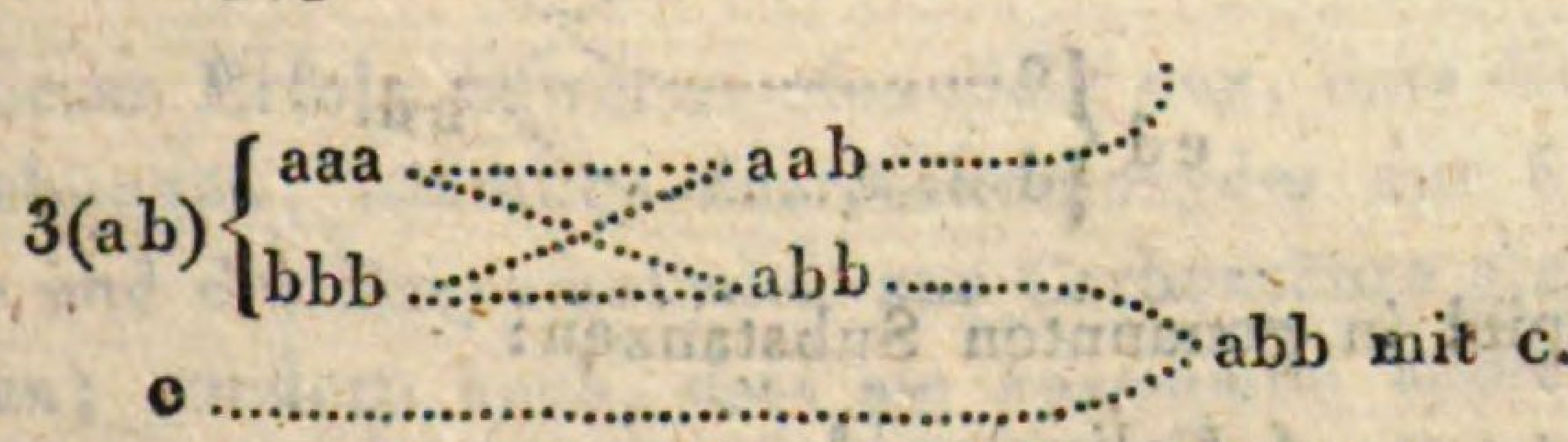
§. 128. Oder es kann auch einer Verbindung *ab* durch *c* die Hälfte von *a* entzogen werden; so zwar dass ein *ac* entstehet, und zugleich ein *ab* zurückbleibt, welches weniger *a* enthält als vorher: was bey jenen Körpern geschieht, die zur Bildung übersättigter Verbindungen sehr geneigt sind.



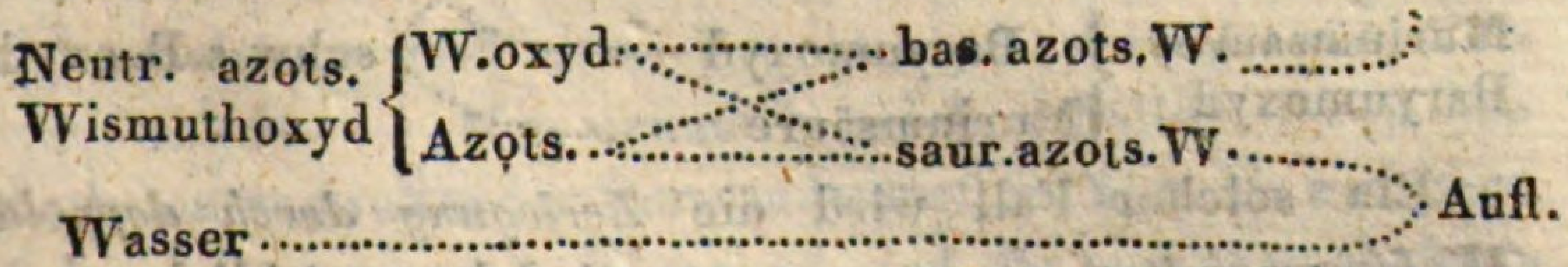
Beyspiel in genannten Substanzen:



§. 129. Oder es wird eine Verbindung *ab* dergestalt zersetzt, dass sie, durch *c* veranlasset, in zwey neue Verbindungen aus *a* und *b* zerfällt; deren eine jedoch *a*, die andere hingegen *b* im Uebermaasse enthält. Diess geschieht in jenen Fällen, wo die Bestandtheile von *ab* zur Erzeugung übersättigter Verbindungen geneigt sind, und zugleich eine der neuen Verbindungen in *c* auflöslich, die andere hingegen unauflöslich ist.



Beyspiel in genannten Substanzen:



§. 130. Oder es werden zwar zwey Verbindungen *ab* und *cd* durch die Verwandtschaft von *b* zu *c* zersetzt, indem *bc* entstehet; aber *a* und *d* werden isolirt ausgeschieden; wie diess in jenen Fällen, wo die ausgeschiedenen Substanzen der Vereinigung unfähig sind, allemahl geschieht.



Beyspiele in genannten Substanzen.

Aufl. d. Terp. öhls in Weing. { Terpenthinöhl …… Weingeist ……

Aufl. d. azots. K. ox. in Wass. { Wasser …… azots. Kal. oxyd ……

…… wäss. Weingeist.

§. 131. Oder es werden zwey Verbindungen *a b* und *c d*, durch die Verwandtschaft von *a* zu *c* und von *b* zu *d* zersetzt, und also zwey neue Verbindungen *a c* und *b d* gebildet; die auf derselben Zusammensetzungsstufe stehen, wie *a b* und *c d.*

a b { a …… b ……

c d { c …… d ……

…… a c.

…… b d.

Beyspiel in genannten Substanzen:

Schwefelsaures Kaliumoxyd { Kaliumoxyd …… Schwefelsäure ……

Muriumsaures Baryumoxyd { Baryumoxyd …… Muriumsäure ……

…… mur. s. K. oxyd.

…… schw. s. B. oxyd.

Ein solcher Fall wird die *Zerlegung durch doppelte Wahlverwandtschaft* genannt; weil dabey wirklich zwey Anziehungen, nähmlich die der Muriumsäure zum Kaliumoxyd, und die der Schwefelsäure zum Baryumoxyd thätig gewesen sind.

§. 132. Merkwürdig ist es bey allen Processen durch dopp. Wahlv., dass sich die neuen Producte immer in demselben Zustande der Sättigung befinden, welcher auch in den Zuthaten Statt gefunden hat: ein Erfolg, welcher in der chemischen Aequivalenz gegründet ist, und zur Entdeckung der bestimmten Verbindungsverhältnisse die erste Veranlassung gegeben hat (§. 102); und ohne welchen die Chemie an Mitteln zur zweckmässigen Zerlegung der Körper sehr arm seyn würde.

Höchst merkwürdig ist hierbey auch der Umstand, dass durch dopp. Wahlv. oft auch sehr feste Verbindungen getrennt werden; die durch dieselben Agentien, einzeln angewendet, nicht zersetzt werden könnten. So wird z. B. das schwefelsaure Baryumoxyd weder von der Carbonsäure noch vom Kaliumoxyd zersetzt; wohl aber wenn die Verb. aus diesen beyden Subst., das carbons. Kaliumoxyd angewendet wird.

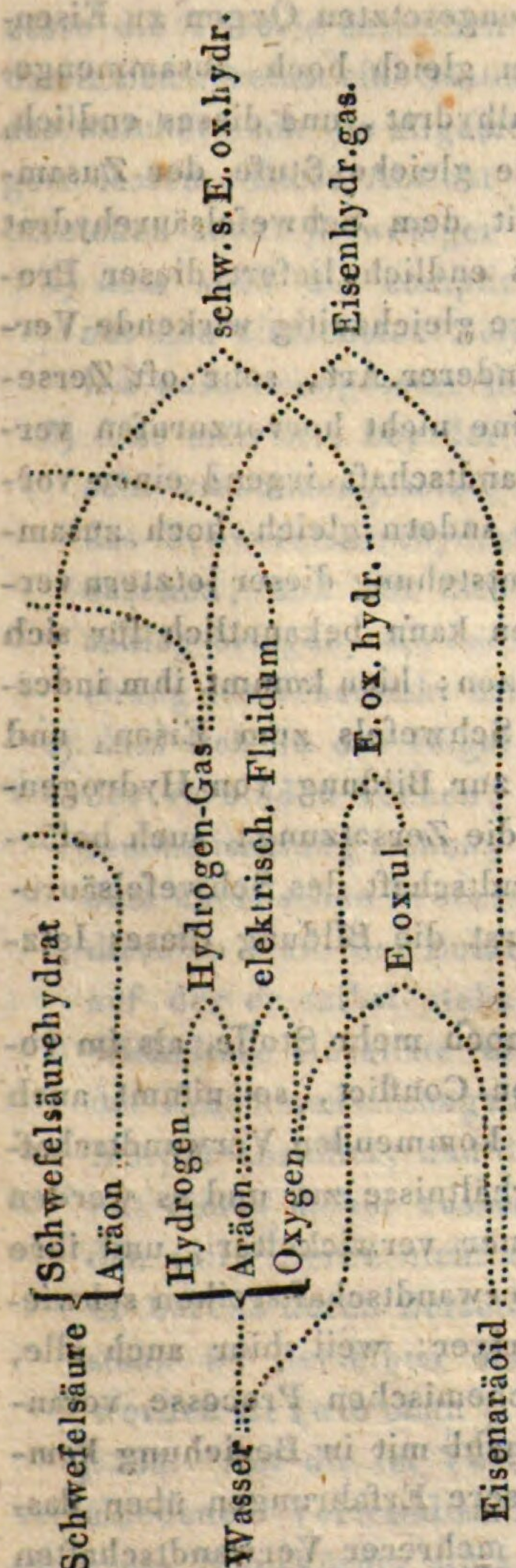
Schwefelsaures Baryumoxyd	Schwefelsäure	schwefels. K. oxyd.
	Baryumoxyd	
Carbonsaures Kaliumoxyd	Kaliumoxyd	carbons. B. oxyd.
	Carbonsäure	

Dieser Erfolg beweiset also nicht nur, dass die beyden Anziehungen, nähmlich des Kaliumoxydes zur Schwefelsäure und des Baryumoxydes zur Carbonsäure gleichzeitig wirken; sondern auch, dass sie zusammen addirt stärker seyn mussten, als die in den Zuthaten, nähmlich zwischen der Carbonsäure und dem Kaliumoxyd und zwischen der Schwefelsäure und dem Baryumoxyd vorwaltende Verwandtschaft. — Man nennet in solchen Fällen die in den Zuthaten vorwaltenden Verwandtschaften, hier die zwischen Schwefelsäure und Baryumoxyd und die zwischen Carbonsäure und Kaliumoxyd, die *ruhenden Verwandtschaften;* diejenigen hingegen, welche die Zersetzung der beyden Zuthaten und die Entstehung neuer Verbindungen bewirken, hier die zwischen Carbonsäure und Baryumoxyd und die zwischen Schwefelsäure und Kaliumoxyd, die *trennenden Verwandtschaften*, und ziehet daraus mit Recht die wichtige Folgerung: *dass bey dem Zusammentreffen mehrerer Körper auch mehrere Verwandtschaften thätig sind; dass aber die Zersetzung nur in dem Falle vor sich gehen kann, wenn die Summe der trennenden Verwandtschaften grösser ist als die der ruhenden.*

[Setzen wir im letzten Beyspiele die Verwandtschaft (s. §. 89) der Schwefels. zum Baryumoxyd = 65; die der Schwefels. zum Kaliumoxyd = 62; die der Carbonsäure zum Baryumoxyd = 14; die der Carbonsäure zum Kaliumoxyd = 9: so wird weder die Carbonsäure noch das Kaliumoxyd die Zersetz. des schwefels. Baryumoxydes bewirken können, weil eben sowohl 62, als 14 kleiner ist als 65. Werden hingegen beyde vereint, als carbons. Kaliumoxyd, angewendet, so wird die Zersetzung erfolgen; weil die Summe der trennenden Verwandtschaften 62 + 14 = 76 grösser ist als die der ruhenden, nähmlich 65 + 9 = 74. — In vielen Fällen ist schon eine der trennenden Verwandtschaften grösser als die Summe der ruhenden (§. 130.)

Von jenen höchst merkwürdigen Fällen, wo die gegenseitige Verbindung zweyer Körper *a* und *b*, durch die Hinzufügung eines dritten *c* befördert wird — obwohl dieser dritte scheinbar selbst keine Veränderung erleidet, und auch nicht in Verbindungen eingehet — wird weiterhin bey der Lehre vom elekt. Fluidum noch die Rede seyn. (S. §. 363.)]

§. 132. In den vorhin angeführten Processen sind die Beyspiele alle von solcher Art, dass die die Zersetzung herbeyführenden Substanzen nur um eine Stufe in der Zusammensetzung tiefer stehen, als die zu zersetzende Substanz; die Erfolge können also einfacher seyn, weil immer nur eine Substanz die andere gleich hoch zusammengesetzte Substanz aus ihrer Verbindung verdrängt. — Viel complicirtere Processe entstehen hingegen wenn die zersetzende Substanz um mehr als eine Stufe weniger zusammengesetzt ist, als die zu zersetzende: denn jene greift in solchem Falle auf diejenige Zusammensetzungsstufe des zu zersetzenden Körpers ein, auf der sie selbst stehet, und bewirkt eben dadurch jene complicirtere Zersetzung; die sich durch Erzeugung verschiedener auf ungleichen Stufen der Zusammensetzung stehender Producte oder Educte manifestirt, und die *tumultuarische Zersetzung* genannt wird. Ein Beyspiel solcher Art ergibt sich, wenn man die durch Wasser verdünnte Schwefelsäure mit Eisen in Berührung bringet.



Das Eisen greift hier nicht auf die nächsten Bestandtheile der verdünnten Schwefelsäure, sondern auf die entfernten, nähmlich auf den einen Bestandtheil des Wassers, das Oxygen, ein, welches mit ihm selbst auf gleicher Stufe (auf der ersten) der Zusammensetzung stehet; indem Eisenoxydul gebildet, der Rest des zersetzten Wassers aber theils als freyes Aräon und elektr. Fluidum, theils als Hydrogengas, theils mit etwas Eisen als Eisenhydrogengas ausgestossen wird: worauf das Eisenoxydul mit einem Theile des unzersetzten Wassers zu Eisenoxydulhydrat, und dieses mit dem Schwefelsäurehydrat zu schwefels. Eisenoxydulhydrat verbunden wird.

Dieses Beyspiel ist in mehrfacher Hinsicht merkwürdig. Erstens gibt es ein klares Bild der tumultuarischen Zersetzung; denn die Educte und Producte: Aräon, Hydrogengas und schwefels. Eisenoxydulhydrat stehen auf verschiedener Stufe der Zus. — Zweytens beweiset es den früher (§. 97) ausgesprochenen Satz, dass sich nur gleich hoch zusammengesetzte Substanzen energisch-chemisch mit einander verbinden: denn man sieht hier, wie das Eisen nur

mit dem gleich hoch zusammengesetzten Oxgen zu Eisenoxydul, dieses dann mit dem gleich hoch zusammengesetzten Wasser zu Eisenoxydulhydrat, und dieses endlich, nur nachdem es sich auf die gleiche Stufe der Zusammensetzung erhoben hat, mit dem Schwefelsäurehydrat verbunden wird. — Drittens endlich liefert dieser Process den Beweis, dass mehrere gleichzeitig wirkende Verwandtschaften, oder Kräfte anderer Art, sehr oft Zersetzungen bewirken; die die eine nicht hervorzurufen vermöchte, und dass die Verwandtschaft irgend einer vorhandenen Substanz, zu einer andern gleich hoch zusammengesetzten Substanz, die Entstehung dieser letztern veranlassen kann: denn das Eisen kann bekanntlich für sich allein das Wasser nicht zersetzen; hier kommt ihm indessen die Verwandtschaft des Schwefels zum Eisen, und die Neigung des Hydrogens zur Bildung von Hydrogengas zu Statten, und bewirkt die Zersetzung; auch befördert ohne Zweifel die Verwandtschaft des Schwefelsäurehydrates zum Eisenoxydulhydrat die Bildung dieses letzteren.

§. 133. Kommen endlich noch mehr Stoffe, als im vorigen Beyspiele in chemischen Conflict, so nimmt auch die Anzahl der in Thätigkeit kommenden Verwandtschaften in schnell wachsendem Verhältnisse zu, und es werden sodann auch die Erfolge immer verwickelter, und ihre Vorherbestimmung aus den Verwandtschaftsreihen schwieriger, und nur um so schwieriger; weil hier auch alle, dem eigentlichen energisch - chemischen Processe vorangehenden Auflösungsfälle allemahl mit in Beziehung kommen müssen. Zudem sind unsere Erfahrungen über dasjenige, was aus der Collision mehrerer Verwandtschaften hervorgehet, noch nicht so weit gediehen, dass sich in allen Fällen allgemeine Gesetze daraus ableiten liessen. Es bleibt uns daher auch einstweilen kein anderer Weg übrig, als bey jedem vorkommenden complicirteren Pro-

cesse die Theorie desselben aus den Erfolgen abzuleiten; damit man dereinst eine Sammlung von Erfahrungen erlange, aus welcher auch die allgemeinen Gesetze sich werden folgern lassen. Diese Absicht wird auch um so leichter zu erreichen seyn, je weniger man vergisst:

a) dass auch die complicirtesten chemischen Processe aus den einfachsten Zerlegungs- und Verbindungsfällen zusammengesetzt sind;

b) dass man oft, bey der Erklärung der Erfolge selbst sehr zusammengesetzte Substanzen (wie oben §. 132 das Schwefelsäurehydrat) bloss wie einfache Stoffe ansehen, und nur ihre Anziehung als Ganzes in Anschlag bringen, und dadurch eine bedeutende Vereinfachung der Uebersicht erlangen kann; und endlich

c) dass sich in der Regel nur solche Körper miteinander verbinden können, die auf gleicher Stufe der Zusammensetzung stehen, und dass folglich auch bey jedem chemischen Processe der zersetzende Körper auf dieselbe Stufe der Zusammensetzung eingreifen muss, auf der er selbst stehet; dass er mithin um so verwickeltere Resultate erzeugen wird, je mehr er in der Zusammensetzungsstufe von dem zu zersetzenden Körper abstehet; und dass er endlich, wenn er sich mit einem höher zusammengesetzten Körper verbinden soll, hierzu nicht eher gelangen kann, als wenn er bereits durch Zersetzung irgend einer dritten Substanz zu derselben Zusammensetzungsstufe erhoben worden ist (wie oben §. 132 das Eisen).

§. 134. Auf die im Vorigen entwickelte, und in den verschiedenen Verwandtschaftsgraden begründete Zerlegung der Naturkörper stützen sich nun alle Arbeiten des Chemikers. Immer setzt er heterogene Körper miteinander in Berührung, damit die Einwirkung und Zerlegung derselben nach den Gesetzen der chemischen Verwandtschaft erfolge. Das vorgesteckte Ziel solcher Arbeiten

zerfällt aber in zwey grosse Zweige; je nachdem man entweder die Körper zu neuen Formen umwandeln, und dabey gewisse Educte oder Producte in grosser Menge erzeugen, und für die Bedürfnisse der menschlichen Gesellschaft nützlich anwenden will; oder bloss nach der Erweiterung unserer Kenntnisse strebt, indem man durch die chemische Behandlung die Bestandtheile und Eigenschaften noch nicht gehörig untersuchter Substanzen auszumitteln suchet. Das erstere umfasset die *angewandte Chemie*, das Letztere die *reine*, welche in dieser Beziehung auch die *analytische* genannt wird.

§. 135. Die Mittel, durch welche wir die unbekannten Bestandtheile der Körper zu erforschen suchen, sind also, wie es sich von selbst ergibt, immer wieder andere Körper, die wir auf die zu untersuchenden chemisch einwirken lassen; um aus den Erfolgen dieser Einwirkung, und aus der hervorgebrachten Farben- oder Formänderung — gestützt auf frühere Erfahrungen — schliessen zu können, welche Bestandtheile ein untersuchter Körper enthalte. — Es ist begreiflich, dass hierbey diejenigen Körper, deren man sich als Prüfungsmittel bedient, von fremden Beymischungen frey seyn müssen; weil sonst auch diese mitwirken, und andere Farben- und Formänderungen veranlassen, und mithin zu falschen Schlüssen verleiten würden. — Man nennet die zu solcher Absicht dargestellten Körper oder Präparate (Zubereitungen) *chemische Reagentien*, oder *gegenwirkende Mittel;* weil man mit Recht voraussetzt, dass bey jeder Wirkung auch eine Gegenwirkung Statt finde: und in Absicht auf ihre Reinheit von andern Beymischungen werden sie auch *chemisch reine Reagentien* genannt.

§. 136. Die Anzahl der Reagentien kann begreiflich sehr gross seyn, denn im Grunde ist jeder Körper ein Reagens auf viele andere Körper; die Anzahl deren, die man aber gewöhnlich verwendet, beläuft sich indessen kaum über fünfzig: weil man sich in der Regel nun an jene hält,

welche die auffallendsten Farben - und Formänderungen veranlassen. — Ein solches Reagens ist z. B. das *blausaure Eisenkali.* Man weiss aus der Erfahrung, dass dasselbe bey seinem Zusammentreffen mit Flüssigkeiten, welche *Eisen* enthalten, die Entstehung eines blauen, und wenn sie *Kupfer* enthalten, die Bildung eines braunen Pulvers veranlasset. — Wenn also einige Tropfen des in Wasser aufgelösten blaus. Eisenkali in irgend eine Flüssigkeit fallen, und dabey eine blaue Trübung verursachen, so schliesset man auf die Anwesenheit des Eisens; ist hingegen die Trübung braun, so schliesset man, dass die Flüssigkeit Kupfer enthalte; und erfolgt weder eine blaue, noch eine braune, oder vielleicht gar keine Trübung, so wird man mit Recht folgern, dass weder Eisen, noch Kupfer vorhanden sey. —

Mit einem solchen Reagens wird man also auch bey andern Gelegenheiten die Anwesenheit des Eisens oder Kupfers immer wieder erkennen. Ja man wird sogar die Quantität, in welcher jene Metalle vorhanden sind, auszumitteln vermögen: denn da nur im Conflict des Reagens mit dem Kupfer oder Eisen jene pulverige, die Flüssigkeit trübende Ausscheidung erfolgt, so wird sie auch in grösserer Menge erfolgen, wenn mehr Kupfer oder Eisen zugegen ist. Man wird also nur so lange vom Reagens hinzugiessen dürfen, bis keine Trübung mehr eintritt, und hierauf das Pulver von der Flüssigkeit scheiden und wägen dürfen, um — vorausgesetzt, dass man wisse, wieviel solches Pulver ein Theil Eisen oder Kupfer erzeugen kann — auch die Menge des vorhandenen Kupfers oder Eisens zu erfahren. — Besondere Rücksicht muss aber dabey auf jene Fälle genommen werden, wo das pulverige Product in der Flüssigkeit zum Theil auflöslich ist.

§. 137. Nicht immer sind jedoch die Körper durch so differente Eigenschaften ausgezeichnet, wie hier das Kupfer und Eisen; mehrere derselben haben vielmehr sehr oft 2, 3, 4 u. s. w. Eigenschaften miteinander gemein, und zeigen

folglich auch gegen 2, 3, 4 Reagentien dasselbe Verhalten, Diese müssen daher auch so oft mit andern Reagentien geprüft werden, bis sich endlich eine unterscheidende Differenz ergibt. So wird z. B. eine Flüssigkeit, welche Magniumoxyd enthält eben so, wie eine andere, welche Calciumoxyd enthält, durch Kaliumoxydhydrat und auch durch Sodiumoxydhydrat, auf gleiche Weise weiss getrübt, und es kann also durch diese beyden Reagentien nicht ausgemittelt werden, ob Magniumoxyd oder Calciumoxyd vorhanden sey. Giesset man hingegen Ammoniak hinzu, so wird sich sogleich entscheiden lassen, welcher Fall vorwalte; weil bey anwesendem Magniumoxyd eine weisse Trübung erfolgt, was beym Calciumoxyd nicht der Fall ist.

Noch schwieriger werden aber solche Bestimmungen in jenen Fällen, wo die zu analysirenden Körper mehrfach zusammengesetzt sind; denn mit der Anzahl der Bestandtheile wächst auch die Schwierigkeit der Absonderung der einzelnen Bestandtheile schon aus dem Grunde, weil sodann öfter der Fall eintritt, dass ein und dasselbe Reagens mehr als einen Körper auf gleiche Weise verändert. — Die analytische Chemie fordert eben darum eine sehr grosse Umsicht und Bekanntschaft mit den Veränderungen, die *ein* Körper durch die Einwirkungen aller übrigen erleiden kann, und eine nicht minder grosse manuelle Fertigkeit. (*H. Rose* Handb. d. analytischen Chemie.)

Vierter Abschnitt.

Von den chemischen Operationen.

§. 138. Den im Vorigen erörterten chemischen Process an und für sich können wir durch unsere Sinne keinesweges wahrnehmen. Wir sehen vielmehr immer nur das Resultat desselben, d. i. die durch die chemische Action bewirkte Umwandlung der Körperform; und nur wenn diese bereits erfolgt ist, vermögen wir die mechanische Scheidung der neuen Producte vorzunehmen (§. 136). Jeder chemische Process — und es gibt deren viele — durch welchen in den neugebildeten Producten keine Verschiedenheit der Körperform bewirkt wurde, ist daher — mit Ausnahme jener wenigen Fälle, wo keine Sonderung der Producte oder Educte beabsichtiget wird — für unsere Zwecke unzureichend: und es muss also in solchen Fällen immer wieder ein neuer Process eingeleitet werden, damit eine Verschiedenheit der Körperform, und mit dieser die Möglichkeit erreicht werde, die mechanische Abscheidung der Producte oder Educte vornehmen zu können.

§. 139. Je nachdem nun, als Folge des chemischen Processes, die Körperformen der Producte und Educte auf eine oder die andere Weise verändert werden, wird auch ein verschiedenes, den jedesmahligen Umständen angemessenes Verfahren bey der mechanischen Scheidung nothwendig; zu welcher Absicht aber auch während der ganzen Dauer des chemischen Processes die mechanische Behandlung, oder die sogenannte *chemische Operation*, mancherley Abänderungen erleiden muss. Diese Operationen zerfallen dem gemäss zunächst in *einfache* und *complicirte* oder *zusammengesetzte chemische Operationen*.

A. Einfache chemische Operationen.

§. 140. Es können bey der durch den chemischen Process bewirkten Formänderung nur zwey Fälle Statt finden. Die gesuchten Producte oder Educte gehen nähmlich entweder zur *dichtern* oder *minder dichten* Form über. Dadurch zerfallen also alle einfachen Operationen in zwey grosse Zweige, indem sie entweder auf der *Verdichtung* oder *Verdünnung* beruhen.

a) Chemische Operationen, die auf der Verdichtung beruhen.

§. 141. Die *Verdichtung* wird im *Allgemeinen* jede chemische Operation genannt, durch welche die Körper aus dem minder dichten in den dichtern Zustand versetzt werden. Diess kann aber mit dem ganzen Körper, *total*, oder nur mit einem Theile desselben, *partiell*, geschehen.

aa) Die *totale Verdichtung* findet Statt, wenn ein Körper durch seine ganze Masse verdichtet wird. Im Einzelnen verstehet man unter *Verdichtung* gewöhnlich den Uebergang gasförmiger Flüssigkeiten in die tropfbare oder feste Form.

[Eisen wird durch Hämmern dichter. Wasserdämpfe gehen beym Erkalten in tropfbares Wasser über.]

Wird dabey ein gasförmiger Körper, indem er sich verdichtet zugleich mit einem tropfbarflüssigen oder festen Körper verbunden; so heisset diese Operation die *Einsaugung*, *Absorbtion*, bey der Vereinigung gasförmiger mit tropfbarflüssigen Körpern im Besondern auch wohl die *Anschwängerung* (der letztern mit erstern).

[Kohle absorbirt viele Luftarten in grosser Menge. Ammoniakgas, in Wasser geleitet, gibt das Beyspiel der Anschwängerung.]

Gehen tropfbarflüssige Körper total in den festen Zustand über, so nennet man diess nach Umständen das *Erstarren*, *Stocken*, *Gestehen*, *Geliefern* oder *Gefrieren*.

[Geschmolzenes Bley *erstarret* beym Erkalten. Geschmolzenes

Fett, Wachs u. dgl. *gesteht* oder *stocket* unter gleichen Umständen. Leimauflösung *geliefert, gelatinirt,* beym Erkalten. Das Wasser *gefriert* in der Kälte.]

bb) Die *partielle Verdichtung* findet Statt, wenn nur ein Theil der Körper in den dichtern Zustand übergehet, und wird die *Fällung*, *Niederschlagung*, *Präcipitation* genannt; der gefällte Körper hingegen heisset der *Niederschlag*, das *Präcipitat*, und kann nach Umständen flüssig oder fest seyn.

[Das Beyspiel eines flüssigen Niederschlages gibt uns die atmosphärische Luft, wenn sie einen Theil des aufgelösten Wassers als Thau oder Regen fallen lässt.]

Der feste Niederschlag kann aber wieder in verschiedener Form erscheinen. Wird derselbe an der Oberfläche der Flüssigkeit in Gestalt einer Haut ausgeschieden, so heisst er *Rahm.* Fällt derselbe in der Flüssigkeit zu Boden; so kann er wieder *pulverig*, *flockig*, *körnig*, *gallertartig*, *käseartig* seyn.

[Die Milch wirft in wenigen Stunden den bekannten *Rahm* auf. Kalkwasser überzieht sich in der Luft mit einer Decke, Kalkrahm genannt. Baryumoxydaufl. mit Schwefels. gibt *pulverigen*, blaus. Eisenkali mit Kupferaufl. *flockigen*, weinsaures Kaliumoxyd mit Weinsäure, *körnigen*, Alaunaufl. mit Kaliumoxydauflösung *gallertartigen*, azotsaures Silberoxyd mit Muriumsäure einen *käsigen* Niederschlag.]

Erfolgt ein Niederschlag in solcher Menge, dass er die Flüssigkeit beynahe ausfüllet, und dieselbe nur in seinen Zwischenräumen sichtbar bleibt, so findet das *Gerinnen* Statt, und man nennet den dichter gewordenen Theil, das *Geronnene.*

[So *gerinnt* die Milch, eben so das mit Wasser erhitzte Eyweiss.]

Gehet endlich die Absonderung nur langsam von Statten, und vereinigen sich die niedergeschlagenen Theile zu Körpern von regelmässiger Gestalt; so heissen diese Körper *Krystalle*, und die Operation selbst das *Krystallisiren*, die *Krystallisation*, die *Verkörperung*, und insbeson-

dere die *mineralische Vegetation*, *Metall-Vegetation*, wenn die Ablagerung in Aesten und Zweigen, d. i. pflanzenähnlich erfolgt. — Die Flüssigkeit, aus welcher sich Krystalle abgesetzt haben, nennet man die *Mutterlauge*.

[Alaunauflösung, dem Erkalten ausgesetzt, gibt das Beyspiel der Krystallisation; ein Stück Zink in essigsaure Bleyauflösung gehangen das der Metall-Vegetation.]

Alle diese Uebergänge von dem minder dichten in den dichtern Zustand werden übrigens, entweder durch Verminderung des Auflösemittels, oder durch die Hinzufügung einer dritten Substanz bewirkt, die sodann das *Fällungsmittel* genannt wird.

b) Chemische Operationen, die auf der Verdünnung beruhen.

§. 142. Die *Verdünnung* ist im Allgemeinen jede Operation, durch welche ein dichterer Körper in einen minder dichten Zustand versetzt wird; obwohl man gewöhnlich mit dieser Benennung nur die Vermischung irgend einer Auflösung mit einer neuen Menge des Auflösmittels bezeichnet. — Die Verdünnung kann wieder *total* oder *partiell* seyn.

aa) Die *totale* Verdünnung ist jene, bey welcher der dichtere Körper ganz und gar in den minder dichten Zustand übergehet. Wird dabey der minder dicht werdende Körper mit einer tropfbaren Flüssigkeit verbunden, so nennet man diess eine Auflösung; und wenn als tropfbare Flüssigkeit das Mercur verwendet wird, ein *Amalgam*. Die Flüssigkeit heisset dabey auch das *Auflösmittel*.

[Zucker mit Wasser übergossen, verschwindet darin, weil die Auflösung erfolgt. Gold mit Mercur übergossen, liefert ein Amalgam.]

Wird ein dichterer Körper in der Luft aufgelöset, so heisset diess die *Verflüchtigung*.

[Ausgegossener Aether oder Weingeist u. s. w. verschwinden auf diese Art in der Atmosphäre bald, indem sie von derselben zur Gasform aufgelöset werden.]

Ziehet ein fester Körper allmählig so viel Feuchtigkeit aus der Luft an, dass er flüssig wird, so nennet man dieses das *Zerfliessen.*

[So zerfliesset z. B. die Pottasche an der Luft.]

bb) Die *partielle Verdünnung* findet Statt, wenn von dem dichtern Körper nur einige Theile in den minder dichten Zustand übergehen.

Wird dabey der Wärmestoff aus irgend einer Verbindung befreyt, dass er aus dem verdichtetern Zustande in den minder dichten übergehen kann, so heisset die Operation, die *Wärmeentbindung.* Wird durch den chemischen Process, bey der Einwirkung einer tropfbaren Flüssigkeit auf andere Körper, ein gasförmiger Körper entbunden, welcher die tropfbare Fl. bey seinem Entweichen brausend durchströmt, so nennet man diess das *Aufbrausen*, die *Effervescenz.* — Wird eine Auflösung der Luft ausgesetzt, bis ein Theil des Auflösmittels von letzterer aufgenommen wird, so heisset diess die *Verdünstung an der Luft*, *freywillige Verdünstung* oder *freyw. Abdampfung.* — Werden feste Körper, die aber in ihren Zwischenräumen Flüssigkeiten enthalten, so lange der Luft ausgesetzt, bis diese jene Flüssigkeiten aufnimmt; so heisset diese Operation das *Trocknen*, *Austrocknen*, und wenn dabey die festen Körper zerfallen, die *Verwitterung.* Wird ein dichterer Körper mit einem flüssigen behandelt, und dabey von dem letztern nur ein Theil des erstern aufgelöset, während ein unauflöslicher Rückstand bleibt; so heisset diese Operation das *Ausziehen*, *Extrahiren*, die *Extraction*, die *kalte Infusion*, und die auf diese Art erhaltene und vom Rückstande abgezogene Auflösung, das *Extract*, der *Auszug*, das *Infusum*; oder wenn eine andere Flüssigkeit, nicht das Wasser, das Auflösmittel ist, wohl auch eine *Tinctur.* — Wird die Extraction insbesondere bey salzhaltigen Substanzen vorgenommen, so nennet man sie die *Auslaugung*; und die erhaltene Auflösung, eine *Lauge.* — Beabsichtiget man dabey jedoch

die Gewinnung des Rückstandes, nicht der Lauge; so wird diese letzte Oper. das *Aussüssen*, die *Edulcoration* genannt.

[Ein Beyspiel der *Wärmeentbindung* gibt jedes Feuer. — Das Aufbrausen zeigt sich, wenn Kreide mit Muriumsäure übergossen wird. — Die *freywillige Verdünstung* findet Statt, wenn eine Aufl. des Caoutchoucs in Aether an der Luft gehalten wird, bis sie sich durch Verflüchtigung des Aethers concentrirt (verdichtet). Das *Austrocknen* sehen wir, wenn organische Substanzen an der Luft gelassen werden, bis sie fest oder trocken sind, in allen Haushaltungen. Das *Verwittern* bemerkt man an vielen der Luft ausgesetzten Salzen, z. B. am krystallisirten schwefels. Sodiumoxyd. — Ein *Auszug* entstehet, wenn man gebrannten Kaffee mit Wasser übergiesset, und dieses, nachdem es die auflöslichen Theile aufgenommen hat, wieder abgiesset. — Eine *Tinctur* liefert mit Weingeist oder Aetzlauge übergossenes Sandelholz. — Die *Auslaugung* findet Statt, wenn man Herdasche mit Wasser auszichet, und in sofern dabey die Asche von den salzigen Theilen befreyt wird, auch die *Aussüssung*.]

B. Zusammengesetzte Operationen.

§. 143. *Zusammengesetzte* (complicirte) *Operationen* entstehen dann, wenn zwey oder mehrere der einfachen Operationen unmittelbar auf einander folgend, oder sogar gleichzeitig vorgenommen werden; was auch bey den Arbeiten der Chemiker gewöhnlich der Fall ist. Am meisten insbesondere werden die Operationen durch die Anwendung des Wärmestoffes als Auflösungs- oder Verdünnungsmittel complicirt: denn diese Flüssigkeit muss allemahl — weil es an Gefässen zu ihrer Aufbewahrung fehlt — durch eine eigene Operation, die Wärmeentbindung nähmlich, dargestellt und gleichsam in einem Strom über die zu behandelnden Körper hingeleitet werden. Die complicirten Operationen können übrigens zweyfach, dreyfach oder mehrfach seyn.

a) Zweyfache Operationen.

§. 144. *Zweyfache Operationen* sind folgende:

aa) Die *warme Extraction.* Sie entstehet aus der Wärme-

entbindung und Extraction, wenn mittelst einer Flüssigkeit aus einem dichtern Körper gewisse Theile extrahirt werden, dabey aber zugleich auch die Erwärmung eingeleitet wird. Hat man dabey den festen Körper bloss mit der vorher erhitzten Flüssigkeit übergossen, und eine Zeitlang stehen gelassen; so heisset die Operation die *warme Infusion*, der *warme Aufguss*, und die sodann abgesonderte Flüssigkeit das *warm bereitete Infusum*, oder der *warme Aufguss.* Wird hingegen bey diesem Verfahren dem Gemenge fortwährend ein mässiger Grad von Wärme zugeführt, so dass eine Zeitlang eine gleichmässige Erwärmung Statt findet; so heisset die Operation, das *Digeriren*, die *Digestion.* Wird endlich die Erhitzung so weit gesteigert, dass die Flüssigkeit in anhaltendes Aufwallen geräth; so heisset die Op. das *Sieden*, *Kochen*, und die späterhin abgesonderte Flüssigkeit ein *Absud*, ein *Decoct.* Oft wird es auch nöthig die festen Substanzen vorher mit der Flüssigkeit eine Zeitlang aufweichen zu lassen; welches Verfahren die *Maceration*, das *Maceriren* genannt wird.

[Beyspiele gibt hier die bekannte Bereitung des Kaffees, je nachdem man denselben bloss mit warmem Wasser infundirt, oder eine Zeitlang digerirt, oder auch siedet, oder endlich vorher mit dem Wasser maceriren lässt.]

Wird insbesondere das Kochen fortgesetzt um einen Theil des Auflösmittel zu entfernen, und mithin die aufgelösten Theile in geringerer Verdünnung zu bekommen; so heisset die Operation im Allgemeinen die *Abdampfung*, die *Evaporation*, *Concentration;* bey salzigen Substanzen insbesondere, das *Abrauchen*, bey organischen Substanzen, das *Einsieden*. *Eindicken*.

[Das *Abrauchen* zeigt uns das Salzwasser, wenn es anhaltend gekocht wird. Das *Einsieden*, *Eindicken*, sehen wir beym Abdampfen des im Wasser vertheilten Pflaumenmarks, des Tischlerleims, wenn sie so lange dem Feuer ausgesetzt werden, bis sie eine weniger flüssige oder sogar feste Beschaffenheit, *Consistenz*, erlangt haben.]

bb) Das *Schmelzen*. Es ist aus der Wärmeentbindung und Auflösung zusammengesetzt, und geschieht, indem man irgend einen Körper so lange der eben entbundenen Wärme aussetzt, bis er selbst flüssig wird, oder *schmilzt*, d. i. im Wärmestoff aufgelöset wird. Man unterscheidet übrigens beym Schmelzen den *Feuerfluss* und *Wasserfluss*, je nachdem das Flüssigwerden bloss durch den Wärmestoff oder zum Theil auch durch das anwesende Wasser bewirkt wird. Auch heissen die Körper *leichtflüssig* oder *schwerflüssig*, *strengflüssig*, und auch *schmelzbar* und *unschmelzbar;* je nachdem sie bey niedriger oder höherer Wärme schmelzen, oder überhaupt der Schmelzung fähig oder unfähig sind.

[Ein Beyspiel der *Schmelzung* gibt das Bley, indem es in grosser Hitze so flüssig wird wie das Wasser. — Das krystallinische Kaliumoxydhydrat zeiget den *Wasserfluss* und *Feuerfluss;* denn wenn es erhitzt wird, schmilzt es zuerst durch das eigene Wasser, wird nach Verflüchtigung dieses letztern fest, und schmilzt noch später wieder durch höhere Hitze im Feuerfluss. *Leichtflüssig* ist das Bley und Zinn, *strengflüssig* das Molybdän, Mangan u. s. w. *Unschmelzbar* ist das reine Alumiumoxyd.

cc) Die *Gasification*, *Verdünstung*, *Verflüchtigung durch Hitze*. Sie ist aus der Wärmeentbindung und Verflüchtigung zusammengesetzt, und entstehet, wenn dichtere Körper so lange der Einwirkung der Hitze ausgesetzt sind, bis sie im Wärmestoff zur Gasform aufgelöset werden. Die Gasification ist auch wieder *total* oder *partiell.*

[Ein Beyspiel der *totalen Verflüchtigung* geben uns Weingeist, Wasser, Mercur, Zink; weil sie sich durch Hitze ganz verflüchtigen lassen.]

Wird jedoch bey dieser complicirten Operation nur ein Theil der dichtern Substanz verflüchtiget, so erhält sie nach Umständen verschiedene Benennungen; nähmlich bey organischen Substanzen das *Dörren*, bey salzigen Substanzen, die mechanisch eingeschlossenes Wasser enthalten, und indem dieses entweichet, mit knisterndem Geräusche zersprin-

gen, das *Verknistern*, bey andern Salzen und Erzen die *Röstung*, oder *Calcination*.

[So *dörret* man das Holz, *verknistert* das Küchensalz, *röstet* das Schwefeleisen, und *calcinirt* die Pottasche.]

Hierbey ist aber zu bemerken, dass beym Rösten oder Calciniren zuweilen auch keine Verflüchtigung, sondern vielmehr eine Absorbtion aus der Luft Statt findet; in welchem Falle sodann die Operation aus der Verdünnung und Verdichtung sich constituirt.

dd) Die *Auswitterung*, *Efflorescenz*. Sie ist aus dem Zerfliessen und der Krystallisation zusammengesetzt, und entstehet, wenn irgend ein Theil eines festen Körpers durch Zerfliessen auf dessen Oberfläche tritt, und dann durch Wasserverlust krystallinisch als sogenannter *Beschlag*, *Anflug*, wieder fest wird. Das *Auskriechen* nennet man diesen Process, wenn dabey die festwerdenden Theile sich an den Wänden der Gefässe hinaufziehen, ja oft pflanzenähnlich sogar bis über den Bord der Gefässe erheben.

[Die *Auswitterung* sieht man oft an alten feuchten Mauern; das *Auskriechen* am sauren schwefelsauren Kaliumoxyd.]

ee) Die *Detonation*, *Verpuffung*. Sie ist aus der Ausdehnung und Verdichtung zusammengesetzt, und findet Statt, wenn ein dichterer Körper plötzlich mit grosser Volumsvermehrung in die Gasform übergehet, und wieder verdichtet wird; so dass durch die in den entstehenden leeren Raum fallende Luft ein Knall entstehet.

[Ein Beyspiel gibt das Knallgold, oder Knallsilber, die beyde schon durch Hammerschläge *detoniren*.]

b) Dreyfache Operationen.

§. 145. *Dreyfache Operationen* sind folgende:

aa) die *Destillation*, das *Abziehen*. Sie ist aus der Wärmeentbindung, Verflüchtigung durch Hitze, und Verdichtung zusammengesetzt, und entstehet, wenn man dichtere Körper in einem Gefässe so lange erhitzt, bis sie bald ganz, bald nur zum Theil in Gasgestalt entweichen, diese

Theile aber zugleich in einem andern Gefässe sammeln und sich durch Erkältung verdichten lässt. Dieses Product oder Educt heisset sodann das *Abgezogene*, das *Destillat.* — Die Operation wird auch, wenn man derselben trockene Körper unterwirft, die *trockene*, und wenn letztere auch nur zum Theile flüssig sind, die *nasse Destillation* genannt. — Oft wird das Destillat wieder auf den Rückstand gegossen und noch einmahl destillirt; was man die *Cohobation* nennet. — Oft wird das Destillat für sich allein wieder destillirt; dieses heisset die *Rectification.* — Man hat die Destillation endlich auch noch in die *aufsteigende*, *schräge* und *abwärtsgehende* eingetheilt. Die erstere umfasset alle eigentlichen Destillationen, die zweyte beruhet auf einer Irrung; die dritte ist nicht eine reine Destillation, weil das Destillirgefäss an seinem Boden eine Abzugsröhre hat; durch welche mithin auch die bloss geschmolzenen Theile in das zur Aufnahme des Destillats bestimmte Gefäss abfliessen.

[Ein Beyspiel der *Destillation* sehen wir in jeder Branntweinbrennerey, indem der Branntwein durch diese Operation aus Wein u. s. w. gezogen wird. — Die *trockene* Destillation geschieht, wenn Holz, Zucker u. dgl. für sich allein dieser Oper. unterworfen wird. — Der *abwärtsgehenden* Destillation verdankt der Theer seinen Ursprung.]

bb) Die *Sublimation.* Sie ist mit der Destillation im Uebrigen ganz gleich, nur dass sich dabey die Educte oder Producte in den Sammlungsgefässen, wenigstens zum Theil, zur festen Körperform verdichten, und dann das *Sublimat*, oder wenn sie in krystallinischer oder pulveriger Form abgesetzt werden, oft auch die *Blume* heissen.

[Ein Beyspiel der *Sublimation* gibt der Schwefel, Kampher, das bas. carbons. Ammoniak; sie lassen sich alle durch Hitze aus einem Gefäss in das andere sublimiren.]

cc) Die *Cämentation*, *Cämentirung*, ist aus der Wärmeentbindung, Verflüchtigung und Absorbtion zusammengesetzt, und erfolgt, wenn man zwey feste Körper, deren einer jedoch flüchtig seyn muss, in mehreren Lagen *(stra-*

tum super stratum) über einander schichtet, und so lange erhitzt, bis die Theile des einen verflüchtiget und von dem andern Körper absorbirt werden.

[Ein Beyspiel gibt die Bereitung des Messings, indem man Kupferplatten mit dazwischen geschichtetem Galmey erhitzt. Eben so der Stahl, durch gleiche Behandlung von Eisen und Kohle.]

c) Mehrfache Operationen.

§. 146. Noch complicirter werden endlich die Operationen in jenen Fällen; wo mehr als drey einfache Operationen in eine zusammenfliessen, oder vollends auch durch tumultuarische Zersetzungen Producte verschiedener Art zugleich zum Vorschein kommen. Solche höher complicirte Operationen haben indessen bisher noch keine eigenen Nahmen erhalten, und würden auch nicht in allen Fällen leicht auf eine passende Weise zu benennen seyn. — Mehr als an solchen Benennungen muss jedoch dem Chemiker daran liegen, bey höher complicirten Operationen auszumitteln, aus welchen einfachen Operationen sie zusammengesetzt sind; weil nur aus der diessfälligen klaren Einsicht auch die zweckmässige Wahl der Mittel zur Ausführung solcher Operationen hervorgehen kann.

§. 147. Zur zweckmässigen Ausführung chemischer Operationen sind aber oft auch noch mehrere *mechanische Operationen* oder *Verrichtungen* nothwendig; die sich von den ersteren dadurch unterscheiden, dass sie von chemischen Processen nicht begleitet sind: wie diess doch bey den eigentlichen chemischen Operationen der Fall ist.

Die mechanischen Verrichtungen zerfallen übrigens in zwey grosse Hälften: deren eine die *Absonderung heterogener Körper*, die andere hingegen die *Verkleinerung* der Körper *in gleichartige kleinere Theile*, oder ihre mehr weniger feine *Zertheilung* betrifft. — Der erste Fall findet Statt, wenn eine chemische Operation bereits vollendet ist, und bezweckt die mechanische Scheidung der entstandenen

Educte oder Producte von den Nebenproducten oder Rückständen. Der zweyte Fall gehet der chemischen Operation immer voran; indem durch die mechanische Zertheilung der Körper ihre Oberfläche vergrössert, und eben dadurch die gegenseitige Berührung heterogener Substanzen vermehrt, und mithin die chemische Action befördert wird.

§. 148. Mechanische Verrichtungen, welche die *Zertheilung* der Körper bezwecken, sind: das *Zerschlagen*, *Zerquetschen*, *Zerhobeln*, *Zerraspeln*, *Zerfeilen*, *Zerpochen*, *Zerstampfen*, *Zerstossen*, *Pulvern* (Pulverisiren), *Zerreiben*, *Abreiben* oder *Präpariren*, das *Plätten*, oder *Laminiren* (wodurch Metalle in die Form von *Platten* oder *Lamellen* gebracht werden), das *Körnen* oder *Granuliren* (wodurch Metalle in kleinere Theile, *Körner*, zertheilt werden); ferner das *Durchschlagen*, *Sieben* und *Beuteln*, und endlich das *Schlemmen*, um die kleineren Theile von den Grössern abzusondern.

§. 149. Mechanische Operationen zur *Absonderung heterogener Substanzen* sind: das *Absetzen*, *Sedimentiren*, *Abklären*; wobey man Gemenge von flüssigen und festen Körpern so lange stehen lässt, bis sich die letztern zu Boden setzen; ferner das *Decantiren*, *Abgiessen*, wobey dio flüssigen von den zu Boden gesunkenen festen Theilen abgegossen werden; ferner das *Abschäumen*, wobey die auf der Oberfläche der Flüssigkeiten ausgeschiedenen festen Theile, als *Schaum* abgehoben werden; ferner das *Durchseihen*, wobey die Gemenge auf gewebte Stoffe gegossen werden, damit die festen Theile liegen bleiben, und die flüssigen durchrinnen können; ferner das *Filtriren*, wobey das Durchseihen durch Filz, oder ungeleimtes Papier, *Filtrirpapier*, geschieht, und also auch die feinsten pulverigen Theile zurückbleiben müssen; und endlich das *Auspressen*, wenn die Absonderung solcher flüssiger Theile, die zwischen festen Theilen eingeschlossen sind, durch grossen mechanischen Druck bewerkstelliget wird.

Fünfter Abschnitt.

Von dem chemischen Apparat.

§. 150. Der *chemische* oder *chemicalische Apparat* umfasset alle jene mannigfaltigen Werkzeuge, Geräthschaften und Vorrichtungen; welche zur Ausführung der im Vorigen angeführten chemischen und mechanischen Operationen nothwendig sind. Er zerfällt wieder in zwey Hauptabtheilungen, nähmlich in den *mechanischen* und *chemischen* Theil; welchem letzteren auch mehrere solche Instrumente angehören, die man bisher irriger Weise ausschliessend dem physikalischen Apparate zugezählt hat. — Mehrere dieser Geräthschaften müssen unumgänglich aus verschiedenen Stoffen verfertigt, zur Disposition des Chemikers vorräthig seyn; damit man immer diejenigen wählen könne, auf welche die zu bearbeitenden Substanzen nicht, oder so wenig als möglich chemisch einzuwirken vermögen, und folglich die Verunreinigung der Producte durch die Masse der Gefässe und Apparate möglichst vermieden werde. — Die Anzahl der chemischen Apparate ist durch die grossen Fortschritte der Chemie in neuerer Zeit sehr hoch angewachsen; dem Anfänger genügt es jedoch die hier folgenden zu kennen.

[Ausführlichere Beschr. chemischer Apparate findet man in *M. Handbuch* I. 113. *Schrägers* kurze Beschreib. chem. Geräthsch. Fürth 1802, 3 Th. — *Hildebrand's* Encyclopädie der gesammten Chemie. Erlangen 1808 — 12. — *Demachy* Laborant im Grossen. Leipzig 1801. — *Lampadius* Handb. der Hüttenkunde. Göttingen 1801 u. s. f. — *Dumas* Handb. d. angewandten Chemie. Nürnberg bey L. Schrag 1829 und Forts. — *Schubarth's* Elemente der technischen Chemie. Berlin 1831. — Das Laboratorium 1825 und s. f. Weimar Industrie-Comptoir.]

A. Rein mechanischer Theil des chemischen Apparates.

§. 151. Zu den rein mechanischen Verrichtungen (§. 147 bis 148) sind folgende Werkzeuge und Geräthe nothwendig.

a) *Werkzeuge zur Verkleinerung der zu bearbeitenden Körper.* Verschiedene *Hämmer*, der *Ambos*, verschiedene *Scheeren* und *Messer*, das *Wiegemesser*, das *Hebelschneidemesser* (Incisorium), die *Säge*, das *Beil*, verschiedene *Hobeln*, *Raspeln*, *Feilen*, *Mörser* und *Mörserkeulen* von Messing, Eisen, Stahl, Gusseisen und Stein, *Reibschalen* von Glas, Steingut und Achat, ein *Präparirstein* von Porphyr, *Granulirbüchsen*, *Granulirtröge*, *Siebe* aus Messing und Eisendraht, aus Rosshaaren, Seide, und *Beutel* aus Leinwand zum Beuteln pulveriger Substanzen.

b) Zur *mechanischen Absonderung heterogener Körper gehörige Apparate.* — *Sedimentirgefässe*, *Decantirgefässe*, *Scheidetrichter*, *Heber*, *Tropfheber*, *Spritzen*, *Schaumlöffel*, *Spitzbeutel*, *Seihetücher* aus verschiedenen Stoffen, und *Tenakel;* das *Filtrum* aus ungeleimtem reinem Papiere, aus Asbest, aus Glaspulver, *Filtrirgefässe*, *Filtrirtassen*, *Filtrirtücher*, *Filtrirkörbe*, *Schlämmgeräthschaften und Pressen.*

Ausser den hier genannten hat der Chemiker auch noch mehrere Hülfsmittel und Werkzeuge, die zwar zu keiner der genannten Categorien (*a* und *b*) gehören, die aber gleichwohl bey seinen Arbeiten nothwendig sind, als: *Bohrer*, *Ahlen*, *Maurerhammer* und *Maurerkelle*, *Spaten*, *Träger* (Gueridons), *Löffel*, *Trichter*, *Sprengeisen*, *Zangen* verschiedener Art, *Strohkränze*, *Aufbewahrungsgefässe*, *Maasse* und *Gewichte*, verschiedene *Wagen* mit Schalen von Kupfer, Messing, Platin, Silber, Bein und Glas, und endlich das *chemische Laboratorium*, d. i. der Arbeitsraum, oder ein Zimmer, in welchem alle Operationen vorgenom-

men werden: welches also Feuersicher gebauet, dem Andrang des Sonnenlichtes zugänglich situirt, und vor allen Dingen mit einem guten Schornsteine versehen seyn muss; damit der schleunige Abzug des Rauches und anderer auf die Gesundheit nachtheilig einwirkender Dämpfe möglich sey.

B. Chemischer Apparat, eigentlicher.

§. 152. Der *eigentlich chemische Apparat* umfasset jene Geräthschaften, welche ausschliessend in solchen Fällen angewendet werden, wo die Operationen auch von chemischen Processen begleitet, und also wahre chemische Operationen sind. Sie zerfallen, wie die chemischen Operationen selbst, in drey Unterabtheilungen, nähmlich in

a) Geräthschaften zu jenen Operationen die auf der Verdichtung beruhen.

§. 153. Hierher gehören die *Präcipitirgefässe*, oder im kleinen Maasstabe die *Probiergläser*, um darin Niederschläge absetzen zu lassen; ferner die *Krystallisirgefässe*, in welchen die Krystallisation geschieht, und die im Grossen auch *Wachsgefässe* heissen, und endlich *Compressionsmaschinen*, besonders um gasförmige Flüssigkeiten bis zu ihrer Vereinigung mit tropfbarflüssigen zu verdichten.

b) Geräthschaften zu jenen Operationen, die auf der Verdünnung beruhen.

§. 154. Diese zerfallen in

aa) *Wärmeentbindungsgeräthschaften* und *Feuergeräthschaften.* Dahin gehören: die *Elektrisirmaschine*, der *galvanische Apparat*, die *gemeine Weingeist-*, *Oehl-* oder *Fettlampe*, die *Argand'sche Lampe*, (der *Guyton'sche* Träger, welcher sowohl die Lampen als die Operationsgefässe zu tragen hat), die *Schmelzlampe* und das *Löthrohr*, der *Blastisch*, die *Schmelzlampe Marquard's*

(welche durch verdünstenden Weingeist angeblasen wird), die *Ehrmann'sche Lampe* (bey welcher Oxygengas), und das *Knallgasgebläse* (bey welchem Knallluft zur Ernährung des Feuers verwendet wird).

Es gehören ferner dahin, zu Arbeiten in grösserm Maassstabe, alle Gattungen der *Windöfen*, in welchen die Wärme durch Verbrennung wohlfeilerer Brennmaterialien, als: Holz, Kohle, Steinkohle, Torf u. dgl. aus der Luft abgeschieden wird. — Jeder Windofen ist ein Canal, in welchem brennbare Substanzen in Berührung mit der gemeinen Luft verbrannt werden. Er muss daher an beyden Enden Oeffnungen haben, damit die Luft hindurchströmen könne. Man unterscheidet an jedem Windofen einen *Rost*, welcher das Brennmaterial hält, und dennoch den Durchzug der Luft gestattet; den *Feuerraum*, *Feuerherd*, *Feuersack*, in welchem das Feuer brennet, den *Arbeitsort*, an welchem die der Hitze auszusetzenden Gegenstände beygebracht werden; den *Aschenfall*, *Aschenherd*, der Ort, wo die durch den Rost fallende Asche sich sammelt; die *Register* oder *Luftzüge*, d. i. Oeffnungen, durch welche man, je nachdem sie mehr oder weniger durch Thürchen oder Schuber verengt werden, mehr oder weniger Luft in das Feuer zulassen kann; und oft auch noch *Rauchabzüge* zur Ausführung des Rauches. — Der Windofen erhält auch, je nach der Gestalt und nach den Eigenschaften der Gegenstände, die darin zu bearbeiten sind, eine sehr verschiedene Form und Benennung. Er heisset z. B. der *gemeine Windofen*, der *Kesselofen*, der *Blasenofen*, der *Kapellenofen* (bey welchem die zu erhitzenden Gefässe, mit Asche oder Sand umgeben, in einem schüsselförmigen Gefässe, welches die *Kapelle*, *Aschenkapelle*, *Sandkapelle*, *Aschenbad* oder *Sandbad* heisset, auf das Feuer gebracht werden), der *Reverberirofen* oder *Kuppelofen*, der *Muffelofen* (wenn die zu erhitzenden Gefässe in einem hohlen Halbcylinder, der sogenannten *Muffel*, dem Feuer ausgesetzt werden), der

Schmelzofen mit freyem Luftzuge, (wenn der stärkere Zug durch eine grosse Verlängerung des Rauchabzugkanals bewirkt wird); der *Streichofen* (wenn der Feuerort eine horizontale Stellung bekommt, so dass die zu bearbeitenden Gegenstände ohne Gefässe auf der untern Seite, der *Sohle*, eingelegt, und dort von der Flamme bestrichen werden); der *Gebläseofen* (wenn darin mittelst *Blasebälgen*, *Gebläsen*, die Luftströmung gewaltsam gesteigert wird); die *Esse*, *Schmiedeesse* (wenn in einer kleinen Vertiefung Kohlen aufgeschichtet, und die Verbrennung derselben durch, mittelst eines Blasebalgs gewaltsam hinzugeführte Luft gesteigert wird). — Die Oefen werden auch oft nach dem Product, welches darin erzeugt wird benannt, z.B. *Glasöfen*, *Porzellänöfen*, *Kalköfen* u. s. w., und endlich *Universalöfen*, wenn sie mittelst einiger Aufsatzstücke zu sehr verschiedenem Gebrauche dienen können.

bb) *Extrahirgefässe* und *Extractionspressen*, bey welchen letzteren die Flüssigkeiten entweder durch ihren eigenen, oder durch den Druck der Atmosphäre gewaltsam gezwungen werden, die zu extrahirenden Körper zu durchdringen.

cc) *Pneumatische Geräthschaften*, d. i. Apparate die man benöthiget, wenn mit gasförmigen Producten gearbeitet wird. Es gehören also dahin: die *Gasentbindungs-Geräthschaften*, in welchen die Gasarten entstehen, und die *Gasauffangungs-Geräthschaften* zur Sammlung der Gasarten. Diese letztern sind wieder hauptsächlich: die *pneumatische Wasser-* und *Quecksilberwanne*, *Gasleitungsröhren*, *Gasmaasse*, und *Gasrecipienten*, vorzüglich die *Pristley'sche Glocke*.

c) Geräthschaften zu complicirten Operationen.

§. 155. Hierher gehören:

aa) die *Apparate für die warme Extraction*, also: *Infundirbüchsen*, *Kolben*, *Phiolen*, *Pfannen*, *Kessel*, *Ab-*

dampfschalen, *Schliesskessel* oder *Papin'sche Töpfe* (um unter verstärktem Druck, also in erhöhter Hitze das Auskochen verrichten zu können), oder *Dampfkessel* (in welchen Wasserdämpfe erzeugt und in andere Flüssigkeiten geleitet werden, bis diese selbst ins Sieden kommen).

bb) *Apparate zur Einleitung der Gasification durch Hitze* sind auch alle Pfannen, Kessel, und andere offene Gefässe, insbesondere aber bey der Behandlung fester Substanzen die *Röstscherben*.

cc) *Apparate zum Schmelzen*, als: die *Schmelztiegel* (von Thon, Porzellan, Graphit, Eisen, Silber, Platin, und Kohle), *Kapellen*, *Probirtuten*, u. s. w.

dd) *Apparate zur Destillation*. Diese Apparate bestehen, ausser dem Wärmeentbindungs-Apparate, aus zwey Haupttheilen: in deren einem die zu destillirenden Materien verdampft oder verflüchtiget werden; während der andere Theil zur Aufnahme und Verdichtung der überdestillirten Theile dienet. Den ersten Theil dieses Apparates bildet die *Retorte*, oder *Kolben* und *Helm*, oder wenn der Apparat aus Metallen verfertiget würde, die *Blase* und der *Helm*. Der zweyte Theil bestehet aus dem *Recipienten*, der *Vorlage*, oder bey metallenen Apparaten, dem *Condensator*. — Oft sind die Helme und Retorten an ihrem obern Theile mit verschliessbaren *Tubulaturen* versehen, damit auch, wenn der Apparat bereits vereiniget ist, noch etwas eingefüllt werden könne. Wo diess nicht der Fall ist, bedient man sich des *Horizontaltrichters*. — Oft sind die metallenen Helme auch noch im Innern mit einer Rinne zum Abfluss der verdichteten Theile, der *Traufrinne*, und äusserlich mit einem Gefässe, dem *Mohrenkopfe*, umgeben; damit man durch aufgegossenes kaltes Wasser die Verdichtung der Dämpfe befördern könne. — Oft werden die Destillirblasen auch noch mit

einem zweyten Wasser enthaltenden Gefäss umgeben, und so dem Feuer ausgesetzt, damit die Hitze in der Blase nicht zu sehr steigen könne. Die Operation heisset dann die *Destillation* im *Marien*- oder *Wasserbade*, und insbesondere die *Destillation im Dampfbade*, wenn so wenig Wasser im äussern Gefäss enthalten ist, dass nicht das heisse Wasser, sondern nur der aufsteigende Dampf die Blase treffen kann. Die *Dampfdestillation* endlich findet Statt, wenn in die nicht auf dem Feuer stehende Destillirblase so lange heisse Wasserdämpfe geleitet werden, bis die Destillation erfolgt.

ee) *Apparate zur Sublimation.* Die Sublimation kann bey minder flüchtigen Substanzen oft schon in zwey mit den Mündungen auf einander gestürzten Halbkugeln aus Glas, Steingut, Porzellan, Eisen u. s. w. vorgenommen werden, oder in tiefern Gefässen, die dann *Sublimirkrüge*, *Kruken*, *Grapen* heissen. Bey flüchtigern Substanzen bedient man sich der *Aludeln;* welche aus einem Sublimirkruge und mehreren darauf gesetzten Hohlkugeln zur Aufnahme des Sublimats zusammengesetzt sind.

ff) *Apparate zur Cämentation.* Hierzu dienen aus Thon verfertigte *Cämentirbüchsen* und *Cämentirkästen*, in welchen die übereinander geschichteten Körper der Hitze ausgesetzt werden.

gg) Für noch *complicirtere Operationen*, und besonders für die (§. 96) erwähnten Fälle, muss sich der Chemiker den Apparat immer nach dem eben vorkommenden Bedürfniss zusammensetzen; und diess wird ihm auch glücklich gelingen, wenn er die einfachern Fälle wohl eingesehen hat. Eine sehr weit reichende Einsicht in diesen Gegenstand gewährt übrigens das Studium der verschiedenen Modificationen des *Woulfe'schen Apparates*, welcher gerade für complicirtere Fälle von seinem Erfinder ausgedacht wurde. — Die-

ser Apparat bestehet im Wesentlichen aus einer Retorte und mehrern zwey- oder dreyhälsigen Flaschen oder kugelförmigen Gefässen, *Woulfe'sche Flaschen* und *tubulirten Ballone*, und mehreren Glasröhren, durch welche jene Gefässe mit einander in Verbindung gesetzt werden können: so zwar, dass man also auch den verschiedenartigsten Producten Gelegenheit zur Aufsammlung, Verdichtung oder Vereinigung darbiethen kann.

[Die nähere Bekanntschaft mit dem chemischen Apparat gibt ohne Zweifel am Besten die mündliche Beschreibung und Vorzeigung der Apparate selbst. — (S. auch *M. Handb.* B. I. S. 113 bis 171.)]

§. 156. Sehr wichtig bey der Anordnung der chemischen Apparate sind endlich noch die *Kitte* und *Klebwerke*; weil von dieser Kleinigkeit nur zu oft das Gelingen der Versuche abhängig ist. Man theilt diese Klebwerke ein, in solche die zum Schutz der Apparate, und in solche die zur Verschliessung der Fugen bey der Zusammensetzung der Apparate dienen, und nennet die ersteren Beschläge, die letzteren Kitte.

[Ein *Beschlag* für Oefen und andere dem Feuer ausgesetzte Apparate, als Retorten, Röhren u. s. w. entstehet, wenn man 20 Th. ungebrannten Thon, 30 Th. Ziegelmehl, 4 Th. Hammerschlag, 1 Th. Kühhaare und 1 Th. Küchensalz mit sehr wenig Wasser zum geschmeidigen Teige zusammenhacket, auf die zu schützenden Theile trägt, und bey rascher Hitze trocknet. — Ein guter Beschlag für Retorten ist auch ein Gemenge von gleichen Theilen ungebranntem Thon und gepulverten Porzellanscherben, welches mit wenig Wasser angemacht, aufgetragen und während des Trocknens oft zusammengedrückt wird, damit keine Risse bleiben.

Klebwerke der zweyten Art, oder *Kitte*, sind: die *Mehlpappe* aus Weitzenmehl und Leimwasser durch Kochen bereitet, dann auf Leinwand oder Papier gestrichen und auf die Fugen geklebt; der *fette Kitt*, welcher durch Zusammenstossen von Mandelkleye, Thon, Gyps oder Bergkreide, mit Leinöhlfirniss zum festen Teige bereitet, in dicken Massen an den Fugen aufgetragen, mit thierischer Blase überbunden und vorzüglich bey der Be-

handlung scharfer Stoffe verwendet wird; der *Harzkitt*, welcher durch Zusammenrühren von geschmolzenem Harz und Ziegelmehl bereitet und warm aufgetragen wird; der *Gypsaufguss*, welcher aus gebranntem Gyps und Wasser zusammengemischt, und noch vor dem Erhärten auf die grösseren, vorher mit *Papierteig* verstopften Fugen aufgegossen wird; der *Kalkkitt*, aus an der Luft zerfallenem Kalk und gleichen Theilen Eyweiss und Wasser zusammengemischt; der *Quarzkitt*, aus 4 Th. Quarzpulver, 5 Th. frischem Käse, 7 Th. gebranntem Kalk und wenig Wasser zusammengeknetet; der *Glas-* und *Porzellankitt*, aus einer wässerigen Aufl. der Hausenblase und einer geistigen Aufl. von Mastix und Galbanum zusammengemischt; der *Boraxkitt*, aus Glaspulver und Borax, welcher befeuchtet aufgetragen wird, und in der Hitze zusammenschmilzt, und eben dadurch im Feuer sehr gute Dienste leistet.]

Sechster Abschnitt.

Betrachtung jedes einzelnen Stoffes, in allen seinen Verhältnissen und Beziehungen zu allen übrigen Stoffen.

§. 157. Viele unter den bereits (I. Abschn.) im Allgemeinen berührten chemischen Verbindungen können nur durch die Kunst hervorgebracht werden, und nicht selten auch nur so lange bestehen, als sie durch Absperrung in wohlverwahrten Gefässen von der Berührung mit allen andern Körpern ausgeschlossen sind. Viele andere hingegen finden sich bereits in der Natur, und von der Natur erzeugt vor: wo sie indessen nur selten isolirt erscheinen, sondern meistens, bald durch die chemische Anziehung des ersten, bald durch die des zweyten Grades, auch bloss durch Adhäsion, in den meisten Fällen aber durch die vereinte Mitwirkung aller dieser Modificationen der Kraft, jene *chemisch-mechanischen Aggregate* bilden; aus welchen nach unendlich mannigfaltigen Verhältnissen die nächsten Bestandtheile unseres Planeten zusammengesetzt sind.

§. 158. Diese in der Natur vorfindigen chemisch-mechanischen Aggregate lassen sich aber wieder in zwey Hauptclassen abtheilen, deren eine die *unorganischen*, die andern hingegen die *organischen* Wesen umfasset. Die erstern unterscheiden sich von den letztern in chemischer Beziehung hauptsächlich dadurch, dass sie aus solchen chemischen Verbindungen zusammengesetzt sind, die ohne chemische Action neben einander seyn können; während die organischen Körper als mechanische Aggregate solcher chemischer Verbindungen erscheinen: die der gegenseitigen Einwirkung fähig sind, und daher nur so lange in Unthätigkeit vereiniget bleiben, als das denselben inwohnende

Lebensprinzip die chemische Reaction verhindert; sobald aber diese unerforschte und unerforschliche Kraft erlischt, früher oder später in Thätigkeit gerathen, und nach den Gesetzen der chemischen Anziehung zu neuen Körperformen übergehen.

Körper der ersten Art sind: die aus verschiedenen Flüssigkeiten zusammengesetzte *Erdatmosphäre;* das verschiedene andere Substanzen aufgelöst enthaltende *Quell-, Fluss- und Seewasser;* die aus verschiedenen Metallen oder aus Schwefel und Metallen zusammengesetzten *Erze;* die aus verschiedenen Metalloxyden gebildeten *Erd-* und *Steinarten* u. s. w.

Als Körper der zweyten Art hingegen erscheinen uns alle *Pflanzen* und *Thiere;* die im Wesentlichen nichts anderes sind, als mechanische Aggregate aus solchen chemischen Verbindungen: in welchen ausser dem Carbon, Hydrogen und Azot, keine andern activen Factoren enthalten sind; die also eben darum nur so lange, als das thierische oder vegetabilische Leben vorwaltet, ihre Form behaupten können; bey Erlöschung derselben aber allmählich, und oft sehr schnell in unorganische Verbindungen zerfallen.

§. 159. Von allen diesen Körpern die näheren und entfernteren Bestandtheile zu erforschen, und die Methoden und Gesetze aufzufinden, nach welchen ihre Ausscheidung und Wiedervereinigung zu neuen Körperformen möglich wird; diess ist nun das Geschäft des Chemikers, welches er jedoch nur durch sorgfältige Versuche und Beobachtungen vollziehen kann. Die Erfahrungen früherer Zeiten geben uns also unstreitig auch hier den zuverlässigsten Leitfaden an die Hand: *denn aus den Analogieen der Eigenschaften bereits bekannter Körper lassen sich in den meisten Fällen auch die Regeln ableiten, nach welchen andere, selbst neuentdeckte Körper zweckmässig zu untersuchen sind.*

§. 160. Man hat daher längst schon, zur Belehrung des Anfängers in der chemischen Wissenschaft, alle chemischen

Erscheinungen, und alle zur Erzeugung und Zerstörung chemischer Verbindungen dienlichen Verfahrungsarten in eigenen Lehrbüchern gesammelt, und diese gewöhnlich in zwey grosse Hälften getheilt; deren eine die *Chemie der unorganischen*, die andere hingegen die *Chemie der organischen Natur* umfasste.

Hier werden wir gewisser Massen derselben Ansicht folgen, und — in der festen Ueberzeugung, dass diess zur Erlangung einer möglichst einfachen Uebersicht der bereits vorhandenen Erfahrungen der kürzeste und sicherste Weg sey — unter dem Nahmen der *speciellen Chemie* jeden eigenthümlichen Stoff in allen seinen Beziehungen, nach der bereits gewählten Anordnung (§. 11) monographisch abhandeln; und zuletzt von den organischen Körpern das Wissenswerthe nachfolgen lassen. — Diese Abhandlungen werden auch wieder in zwey Hauptabtheilungen zerfallen, deren eine die *Chemie der unorganischen Natur*, die andere hingegen — da der Chemismus nur dort beginnen kann, wo das organische Leben endet — *das chemische Verhalten* umfassen soll, *welches die organischen Körper zeigen, wenn sie ihres Lebens bereits verlustig gegangen sind.* Die erstere wird insbesondere noch zur Bequemlichkeit der Uebersicht in zwey Theile zerfallen; so zwar, dass also drey Theile entstehen und mithin

der erste Theil, die Chemie der nicht metallischen Stoffe,
der zweyte Theil, die Chemie der metallischen Stoffe, und
der dritte Theil, die Abhandlung der organischen Körper

umfassen soll.

Specielle Chemie.

Erster Theil.

Chemie der unorganischen Natur.

Chemie der nicht metallischen Stoffe.

Chemie der nicht metallischen Stoffe.

§. 161. Diejenigen Stoffe, welche die allgemeinen, auch im gemeinen Leben bekannten Eigenschaften der metallischen Stoffe (s. d. Chem. der metall. Stoffe II. Thl.) nicht besitzen, werden *nicht metallische Stoffe* genannt. Man zählet zu denselben bis jetzt folgende: 1. das *Aräon*, 2. das *Oxygen;* 3. das *Hydrogen;* 4. das *Azot;* 5. das *Fluor;* 6. das *Murium;* 7. das *Brom;* 8. das *Jod;* 9. das *Carbon;* 10. das *Boron;* 11. den *Phosphor;* 12. den *Schwefel*, und 13. das *Selen*.

Aus der Vergleichung alles dessen, was über das chemische Verhalten dieser Stoffe bereits entdeckt worden ist, lässt sich folgern: dass nur einer derselben, nähmlich das Aräon, und selbst dieser nur vorübergehend im isolirten Zustande darstellbar sey; dass dagegen das Oxygen und Hydrogen selbst in der einfachsten bisher erreichten Form schon auf der ersten Stufe der Zusammensetzung stehe; das ferner das Azot, Carbon, Boron, der Phosphor, Schwefel und das Selen nicht weiter als bis auf die zweyte; und dass endlich das Fluor, Murium, Brom und Jod nicht weiter als bis auf die dritte Stufe der Zusammensetzung herabgebracht worden sey, diess wird aus der monographischen Darstellung des Verhaltens dieser Stoffe noch wahrscheinlicher werden.

Erstes Kapitel.

Aräon *).

§. 162. Das *Aräon* = Ar, oder der *Wärmestoff* (die

*) Diese Benennung bedeutet so viel als *locker* oder *dünn*, und ist also von der auffallendsten Eigenschaft des Aräons abgeleitet (s. *M. Handb.* II. 3).

Wärme, *Wärmematerie*, das *expandirende Fluidum*, *Caloricum*) ist ein eigenthümlicher, äusserst feiner und daher flüssiger, bis zur Unmessbarkeit selbstständig ausdehnsamer und daher auch höchst verdichtbarer, dem Auge nicht wahrnehmbarer Stoff; dessen Daseyn jedoch schon dadurch erwiesen wird, dass er, im Einströmen auf unsern Körper begriffen, das Gefühl der Wärme hervorbringet. Das Aräon ist unter allen bekannten Flüssigkeiten die dünnste, die feinste, und höchst wahrscheinlich unter allen Körpern der einzige selbstständig flüssige, durch dessen Verbindung mit andern Körpern alle übrigen bekannten Flüssigkeiten entstanden sind. Es findet sich in allen Theilen unseres Planeten vor, und es ist wahrscheinlich, dass dasselbe über unserer Luftatmosphäre eine eigene, noch grössere Atmosphäre bildet; ja vielleicht in unendlicher Verdünnung sogar den ganzen Weltraum erfüllt. Vermöge seiner grossen Feinheit durchdringt das Aräon, einige leichter andere schwieriger, zuletzt aber dennoch, alle bekannten Körper, und es mangelt uns daher eben darum an Gefässen zu seiner dauernden Einschliessung; so wie es uns, bey der unendlichen Ausdehnsamkeit dieses Stoffes, und des daraus folgenden höchst geringen Gewichtes, immer noch an Mitteln fehlt, mit unsern beschränkten Hülfswerkzeugen seine Schwere auf directen Wegen genügend nachzuweisen.

[Indirect wird die Schwere des Aräons erwiesen, wenn man gleiche Theile von conc. Schwefelsäure und Wasser mit einander vermischt und die — bekanntlich sich sehr erhitzende — Mischung nach dem Erkalten wieder abwägt. Man findet das Gewicht genau so gross wie vor der Vermischung; was aber — da nun die Mischung ein kleineres Volumen angenommen hat, als die Zuthaten vor der Vermischung, und da sie also nunmehr durch den Druck der Luft weniger von ihrem Gewicht verlieren kann als vorher die voluminösern Zuthaten, und also schwerer erscheinen müsste — nicht geschehen könnte, wenn nicht ein Etwas — hier das Aräon — entwichen wäre. Dieser

Beweis ist so klar in dem hydrostatischen A B C begründet, dass man sich wundern muss, wie noch Jemanden einfallen kann, das angeführte Experiment mit der Schwefelsäure als Beweis für die entgegengesetzte Meinung anzusehen. — Gleichwohl hat sich ein gewisser (aus Schonung nicht genannter) Recensent gerade bey diesem Gegenstande geschäftig gemacht, indem er meint: wenn schon Jemand annehme, dass ein an der Wage hängender Körper ohne etwas zu verlieren leichter, und ohne etwas aufzunehmen schwerer werden könne; so sey sich dann auch über die übrigen Angaben nicht zu wundern u. s. w. Diesem Rec. zu Ehren kann man nun im chem. Labor. des k. k. polyt. Institutes einen Körper sehen; welcher an der Wage hängend ins Gleichgewicht gebracht, bald darauf ohne an Masse zu gewinnen, die Wagschale bloss dadurch bedeutend sinken machet, dass er in ein kleineres Volumen zusammenschrumpft. (Die Beweisführung auf directen Wegen s. in *M. Handbuche* II. 86.)]

§. 163. Die höchst auffallenden Eigenschaften des Aräons, und vorzüglich die Uneinschliessbarkeit desselben in Gefässe, und die Schwierigkeit seiner Gewichtsbestimmung, haben indessen Anlass gegeben, dass sich verschiedene Naturforscher eben so verschiedene Vorstellungen von diesem Stoffe machten. Einige betrachten denselben zwar als eine eigenthümliche Materie, glauben aber, dass er keine Anziehung zum Erdball habe, also *ungewichtig* sey. Andere sprechen demselben die Körperlichkeit gänzlich ab, und erkennen in seinen Aeusserungen nur die Wirkung einer abstossenden Kraft, welche allen Körpern eigen, also eine Eigenschaft derselben seyn soll. — Noch andere endlich sehen denselben als eine Verbindung von positiver mit negativer Elektricität an (s. Elekt.).

[Die Körperlichkeit des Aräons wird am besten durch die Erfahrung bewiesen, dass jede Verbindung eines andern Körpers mit dem Aräon ein grösseres Volumen besitzt, als der Körper vorher hatte. Erhitzt man Mercuroxyd, so zersetzt es sich in Mercur und Oxygen; aber diess letztere erscheint mit ungeheurer Volumsvermehrung als ein Gas, welches nicht Statt finden könnte, wenn nicht etwas Raum erfüllendes, d. i. ein Kör-

per (§. 1), und zwar hier das Aräon, hinzugekommen wäre. — Auch die sogenannte Uneinschliessbarkeit beweiset nichts, denn absolut ist sie keineswegs vorhanden. Wäre diess der Fall, so würden unsere Wohnungen, nachdem sie einmahl erwärmt worden, nach Erlöschung des Feuers nicht mehrere Stunden lang warm bleiben, sondern augenblicklich erkalten. Eine eiserne Kugel müsste, ins Feuer gelegt, augenblicklich glühend, und wenn sie heraus genommen wird, augenblicklich kalt werden. Beydes erfordert jedoch eine gewisse Zeit. Solche Erfahrungen beweisen keinesweges, dass die Körper anderer Art gar nicht, sie beweisen nur, dass sie *schlecht* geeignet sind, das Aräon einzuschliessen; beyläufig so, wie ein leinener Sack das Wasser schlecht einschliesset; daher denn auch das Wasser nicht augenblicklich, sondern nach und nach aus dem Sacke rinnt. — Die volle Ueberzeugung wird aber hierbey erlangt, wenn man eine eiserne Stange an beyden Enden glühend macht, dann in der Mitte in die Hand nimmt, und hierauf die glühenden Enden in Wasser tauchet; denn bald darauf wird die Stange in der Mitte so heiss werden, dass es die Haud nicht mehr verträgt: weil durch die plötzliche Erkältung der Oberfläche an den Enden der Stange die Poren so zusammengezogen werden, dass das Aräon viel leichter durch die grösseren Poren nach der Mitte der Eisenstange hinströmen kann; ganz so, wie aus einem feuchten Schwamme das Wasser der Mitte zugeschoben wird, wenn die beyden Enden mit den Händen zusammengedrückt werden. — Aus gleichem Grunde wird eine Masse geschmolzenen Bleyes, wenn sie gleich nach dem Erstarren auf einer Seite mit Wasser benetzt wird, auf der andern Seite wieder flüssig.

A. Chemische Verbindungen des Aräons.

§. 164. Zum Aräon haben alle andern Stoffe eine ungemein grosse chemische Anziehung, vielleicht die stärkste unter allen. Durch diese grosse Anziehung würde das Aräon ohne Zweifel alle zusammengesetzten Körper zerstören, um sich mit ihren Bestandtheilen zu verbinden, wenn dieselbe nicht durch die eben so grosse Ausdehnsamkeit dieses Stoffes beschränkt wäre. Wenn nun aber das Aräon mit dieser Eigenschaft aller Orten gegenwärtig ist, und demnach den Raum erfüllet; und wenn es auch

die Fähigkeit, die Poren aller übrigen Körper durchdringen zu können (§. 162), besitzet; so folgert sich daraus ungezwungen: dass alle im Raume vorfindigen Körper von demselben durchdrungen sind; dass also keiner derselben im isolirten Zustande vorkommen kann, sondern nothwendig mit dem Aräon verbunden seyn muss. Wirklich findet sich diess auch allenthalben bestätiget, und selbst die letzten Bestandtheile, welche bisher aus zusammengesetzten Körpern abgeschieden werden konnten, sind daher immer noch mit dieser allgemein verbreiteten Flüssigkeit verbunden; genau so, wie im Grunde des Meeres alle mit dem Wasser verbindbaren Stoffe ohne Zweifel mit Wasser verbunden seyn müssen. Das Aräon kann sich aber, wie andere Körper, sowohl im ersten, als im zweyten Grade der chemischen Anziehung mit andern Stoffen verbinden.

a) Verbindungen des Aräons im ersten Grade der chemischen Anziehung.

§. 165. Verbindungen des Aräons mit andern Stoffen im ersten Grade der chemischen Anziehung sind ohne Zweifel alle in der Natur vorfindigen Stoffe; denn auch selbst die einfachsten Formen, in welchen wir die Bestandtheile der Körper durch die Kunst auszuscheiden vermögen, sind schon Verbindungen des Aräons mit andern uns noch im isolirten Zustande gänzlich unbekannten Stoffen. — Diese unter dem Nahmen der *Aräoide* bereits (§. 27) aufgeführten Verbindungen gleichen übrigens allen andern chemischen Verbindungen; da man an denselben eben sowohl die Eigenschaften des Aräons mehr oder weniger vermisset, als sich demnach mit Recht schliessen lässt, dass ihnen auch die der andern, im isolirten Zustande noch nicht gekannten Stoffe fehlen werden.

§. 166. In allen Aräoiden ist aber das Aräon nicht in

seiner eigenthümlichen, uns noch unbekannten Ausdehnung, sondern in einem mehr oder weniger verdichteten Zustande vorhanden: denn während seiner Vereinigung mit irgend einem andern, immer viel dichteren Stoffe, wird das Aräon sowohl, als der andere Stoff seine Dichtheit zu behalten streben; es werden daher die Cohäsionskräfte des dichteren Stoffes mit der die grosse Ausdehnung des Aräons bewirkenden Expansivkraft in Gegensatz kommen: woraus aber kein anderes Resultat hervorgehen kann, als dass beyde einander entgegengesetzte Kräfte beschränken; dass folglich das Aräon mehr oder weniger verdichtet, der andere Bestandtheil hingegen mehr oder weniger ausgedehnt, und endlich eine Mischung hervorgebracht wird: die eine mittlere Dichtheit besitzt, oder hierin, je nachdem eine oder die andere Kraft vorherrschend werden konnte — und je nachdem auch eine grössere oder schwächere Verwandtschaft der Verdichtung mehr oder weniger beförderlich war — einem oder dem andern Bestandtheile mehr oder weniger ähnlich ist.

§. 167. Das Aräon ist also derjenige Stoff, durch dessen Beymischung die Aggregatsform und der Cohäsionszustand aller andern Körper mittelbar bestimmt wird. Von der Menge, in welcher das Aräon in den Körpern enthalten ist, und von dem Verhältnisse, in welchem seine Expansivkraft die chemische Verwandtschaft und die Cohäsion des andern Bestandtheiles beschränken kann, hängt es ab: ob ein Körper *fest*, oder *tropfbar flüssig*, oder *gasförmig* erscheinen, oder irgend eine von jenen Modificationen dieser drey Hauptabstufungen des Aggregatszustandes annehmen soll; die man im gemeinen Leben durch die Benennungen *Härte*, *Sprödigkeit*, *Starrheit*, *Elasticität*, *Zähigkeit*, *Dehn- und Hämmerbarkeit*, *Weichheit*, *Klebrigkeit*, *Dickflüssigkeit*, *Dünnflüssigkeit*, u. s. w. bezeichnet.

§. 168. Die Menge des Aräons, welche erforderlich ist, um mit gleichen Mengen verschiedener Stoffe Aräoide zu

bilden, ist jedoch nicht dieselbe, sondern verschieden nach Verschiedenheit der Stoffe. Das Aräon gleichet mithin auch in dieser Hinsicht allen andern Stoffen, indem es sich in eigenthümlichen und unwandelbaren Verhältnissen mit denselben verbindet. Ja, es ist denselben sogar auch darin gleich, dass es sich mit einem und demselben Stoffe in mehreren Verhältnissen vereinigen lässt, und also Aräoide von verschiedenen Abstufungen bildet; die man *erstes*, *zweytes*, *drittes* u. s. w. *Aräoid* nennen kann.

§. 169. Die Grösse des Atomgewichtes für das Aräon ist nun zwar freylich noch nicht gefunden, und kann auch, so lange die Mittel zur Einschliessung und Abwägung desselben noch so unzureichend sind, als diess bisher der Fall war, directe nicht wohl gefunden werden; aber auf indirecten Wegen, und zwar nahmentlich bey der Zersetzung der Aräoide (§. 171), und bey den gegenseitigen Verbindungen derselben (§. 173) — wobey so oft höhere in niedrigere Aräoide übergehen — wird nun hoffentlich bald auch diesem Mangel abzuhelfen seyn.

Vorläufig lässt sich indessen — bey dem Umstande, dass sich ein Stoff in um so mehreren Verhältnissen mit andern Stoffen verbindet, je passiver (§. 23) er sich verhält — folgern, dass sich das Aräon — als der passivste (in jener Beziehung) — auch in den mannigfaltigsten Verhältnissen mit andern Stoffen verbinden werde. — Man kann ferner, da das Aräon sich als Körper bewährt, auch schliessen, dass es sich den allgemeinen Verbindungsgesetzen fügen werde. Ist dem aber so, so werden also auch allemahl, wenn sich ein Stoff X in mehreren Verhältnissen mit dem Aräon verbindet, die in den höheren Gliedern dieser Reihe enthaltenen Quantitäten desselben Multipla seyn von derjenigen Menge des Aräons, welche im ersten Gliede enthalten ist (§. 18); nähmlich: X + Ar.; X + 2Ar.; X + 3Ar., u. s. w., oder kürzer: XAr; XAr^2; XAr^3 u. s. w., oder noch kürzer (§. 26): $\underset{\cdot}{X}$; $\underset{\cdot\cdot}{X}$; $\underset{\cdots}{X}$ u. s. w,

§. 170. Wie gross die Anzahl der möglichen Aräoide einer und derselben Substanz sey, lässt sich vor der Hand nicht bestimmen, weil man zur Zeit noch nicht weiss, mit wie viel Atomen des Aräons jeder der übrigen Stoffe verbindbar ist. Vorläufig hat man daher in der Tafel der Aräoide (§. 27) von jedem Stoffe nur eines, und zwar wo es thunlich war, dasjenige, welches im freyen Zustande darstellbar ist, und auch dieses nur mit unbestimmter Menge des Aräons angezeigt. Jene Fälle, in welchen man auf mehr als ein Aräoid eines und desselben Stoffes schliessen kann und muss, werden bey den Abhandlungen der einzelnen Stoffe noch vorkommen. — Hier ist aber noch zu bemerken, dass die oben (§. 27) angeführten Aräoide keinesweges durchaus als die niedrigsten Aräoide der übrigen Stoffe anzusehen sind. Viele derselben haben vielmehr eine so grosse Verwandtschaft zum Aräon, dass sie, sobald sie von andern Körpern getrennt werden, immer in höhere Aräoide übergehen, z. B. das Oxygengas, Hydrogengas.

Was insbesondere die Eigenschaften der Aräoide anbetrifft, so biethen diese, da sie von beyden Bestandtheilen abhängig sind, schon bey den oben (§. 27) angeführten Aräoiden eine sehr grosse Verschiedenheit dar: die sich aber noch bey weitem mannigfaltiger zeigen würde, wenn man auch diejenigen mit vergleichen könnte, die isolirt nicht darstellbar sind. — Auch ist nicht zu zweifeln, dass die verschiedenen Aräoide einer und derselben Substanz ebenfalls eine verschiedene Beschaffenheit haben werden; da es überhaupt unmöglich ist, dass Mischungen aus zwey Stoffen nach verschiedenen quantitativen Verhältnissen gleiche Eigenschaften besitzen sollten. Dieser Umstand ist ungemein wichtig: denn es ergibt sich daraus folgerecht, *dass zwey Körper alle übrigen Bestandtheile in ganz gleichen Verhältnissen enthalten, und dennoch verschiedene Eigenschaften besitzen können, wenn auch nur einer jener Bestandtheile in dem einen Körper als höheres, im andern als niedrigeres Aräoid enthalten ist* (§. 107).

α. Zersetzung der Aräoide.

§. 171. Eine totale Zersetzung der Aräoide ist ganz und gar unmöglich, weil das Aräon überall zugegen ist; genau so, wie es im Wasser unmöglich wäre, einen mit dem Wasser verbindbaren Stoff vom Wasser ganz zu befreyen. Alle, bey den Aräoiden vorkommenden Zersetzungsfälle reduciren sich also rein darauf, dass höhere Aräoide in niedrigere zersetzt werden; und dieses kann wieder nicht anders geschehen, als dadurch (§. 124), dass man ein niedriges Aräoid des einen Stoffes *A*, welches die Fähigkeit besitzt, sich mit dem niedrigen Aräoid eines andern Stoffes *B* zu verbinden, mit einem höheren Aräoid von *B* zusammen bringet: so zwar, dass dabey durch die chemische Verwandtschaft das höhere Aräoid von *B* unter Ausscheidung von einem Theile seines Aräons in niedrigeres Aräoid *B* zersetzt, und als solches mit *A* verbunden wird. Bey solchen Processen hat das entstandene Product *AB* allemahl ein kleineres Volumen, als die beyden Zuthaten, weil ein Theil des Aräons entwichen ist.

[Beyspiel. Bringet man über Mercur das höhere Aräoid des Oxygens (Oxygengas) mit Kalium zusammen, so wird man das Oxygengas allmählich verschwinden sehen; weil es unter Entweichung von viel, durch das Gefühl wahrnehmbarem Aräon, ein niedrigeres Oxygenaräoid wird, und sich als solches, unter höchst auffallender Volumsverminderung mit dem Kaliumaräoid zu Kaliumoxyd verbindet (s. §. 263).]

Nicht immer entstehet aber bey solchen Zersetzungen nur *ein* Product *AB*; es können vielmehr noch mehrere andere Nebenproducte zum Vorschein kommen, wenn die Zersetzung heftiger vor sich gehet; wie diess bey den Aräoiden des Oxygens gezeigt werden soll.

β) Darstellung der Aräoide.

§. 172. Da die Aräoide nur selten isolirt, meistens dagegen mit andern Aräoiden verbunden, in der Natur vorkommen; so wird man im letztern Falle ohne Zweifel ihre

Ausscheidung nach den Gesetzen der chemischen Verwandtschaft einleiten können. Allein das Verfahren wird sich verschieden gestalten müssen: je nachdem das auszuscheidende Aräoid auch als niedriges Aräoid isolirt bestehen kann oder nicht; je nachdem es durch grössere oder schwächere Verwandtschaft in seinen Verbindungen gehalten ist, und je nach Beschaffenheit der übrigen Bestandtheile.

Kann ein auszuscheidendes Aräoid auch als niedriges Aräoid isolirt bestehen, so reicht es oft hin, wenn man dem zusammengesetzten Körper ein anderes Aräoid darbiethet; welches vermöge näherer Verwandtschaft fähig ist, das auszuscheidende zu verdrängen, und alle seine Verbindungsverhältnisse einzugehen.

[Wird ein Eisenstab in eine wässerige Auflösung des schwefelsauren Kupferoxydes gesetzt, so scheidet sich sogleich Kupferaräoid (metallisches Kupfer) ab; weil das Eisenaräoid seine Stelle einnimmt, indem schwefelsaures Eisenoxydul entstehet.]

Enthält ein zusammengesetzter Körper das auszuscheidende Aräoid im niedrigern Zustande, als es auch isolirt bestehen könnte, so muss das erforderliche Aräon von Aussen zugeführt werden, wenn die Arbeit gelingen soll.

[Wird Manganhyperoxyd in einer Retorte erhitzt, d. i. mit sehr verdichtetem Aräon in Berührung gebracht, so entbindet sich ein Theil des darin enthaltenen Oxygens als höheres Aräoid, d. i. als Oxygengas; weil es sich mit so viel Aräon verbinden konnte, als zu seinem isolirten Bestande nöthig ist.]

Sind in einem zusammengesetzten Körper die Bestandtheile nur durch schwache Verwandtschaften gebunden, so gelingt es zuweilen, dass durch Darbiethung des verdichteten Aräons alle Bestandtheile in Aräoide übergehen, und schon durch die verschiedene Aggregatsform derselben sich scheiden.

[Mercuroxyd zerfällt auf diese Art beym Erhitzen in metallisches Mercur (Mercuraräoid) und Oxygengas (das höhere Aräoid des Oxygens).]

Enthält dagegen ein zusammengesetzter Körper seine

Bestandtheile fest verbunden, so sind dann zur Abscheidung eines Aräoids auch complicirtere Mittel erforderlich; indem man nicht nur verdichtetes Aräon, sondern zugleich auch einen andern Körper darbiethet, welcher sich mit den übrigen Bestandtheilen verbinden kann.

[So z. B. lässt sich aus dem Bleyoxyde das Bleyaräoid (metallische Bley) nur ausscheiden, wenn man jenes, mit Kohle gemengt, einer starken Hitze aussetzt; so zwar, dass die Kohle mit dem Oxygen verbunden und ausgetrieben wird, während das abgeschiedene Bleyaräoid im Rückstande bleibt.]

Mehrere andere Wege werden in der Folge noch vorkommen.

γ) *Verbindungen der Aräoide.*

§. 173. Die Aräoide besitzen die Fähigkeit, sich paarweise miteinander zu verbinden, und so die zweyte Stufe der Zusammensetzung zu erzeugen; aus deren Gliedern (§. 32) sich dann alle höheren Verbindungen bilden: und sie folgen dabey ganz und gar auch den übrigen allgemeinen Verbindungsgesetzen, und nahmentlich dem der Multiplen u. s. w. — Bey der Entstehung solcher Verbindungen aus Aräoiden ergibt sich jedoch die höchst wichtige Erfahrung, dass im Moment der Vereinigung die höheren Aräoide meistens einen grossen Theil ihres Aräons (als fühlbare Wärme) fahren lassen, und also nur als niedrigere Aräoide die energisch-chemische Verbindung eingehen: ohne Zweifel aus dem Grunde, weil die höheren Aräoide der Vereinigung als solche eben so unfähig sind, wie manche andere Körper, z. B. die Hyperoxyde mit Säuren. — Aus diesem Umstande erklärt es sich sonach leicht, warum bey der Vereinigung zweyer Körper so oft, unter Ausscheidung einer gewissen Menge Aräons, Verbindungen von unverhältnissmässig vermindertem Volumen entstehen.

[Ein solches Beyspiel gibt die Entstehung des Kaliumoxydes (§. 171).]

§. 174. Oft ist die Berührung zweyer Aräoide nicht hin-

reichend, ihre Verbindung einzuleiten; weil entweder bey einem oder bey beyden die Cohäsion der gleichnahmigen Theile zu gross ist. In solchen Fällen erfolgt aber sogleich die Verbindung, wenn man verdichtetes Aräon hinzuströmen lässt; welches aus späterhin (§. 215) nachzuweisenden Gründen die Cohäsion vermindert.

[Auf solche Art entstehet Bleyoxyd, wenn man das Bley mit Oxygengas erhitzt. — Eben so vereiniget sich das Bley mit dem Zinn, indem beyde durch Hitze flüssig werden (s. §. 219).]

§. 175. Zuweilen ergibt sich aber auch der merkwürdige Fall, dass zwey sehr flüssige Aräoide, die sich also sehr wohl vermengen lassen, sich dennoch nicht miteinander chemisch verbinden; weil ihre Ausdehnung so ungleich ist, dass nicht von beyden Aräoiden diejenige Anzahl der Atome in Berührung kommt, die zur energischen Vereinigung geeignet wäre. In solchen Fällen erfolgt aber die Verbindung dennoch, wenn das Gemenge entweder stark verdichtet, oder durch Erhitzung noch mehr ausgedehnt wird (§. 215). Dieser merkwürdige Fall erklärt sich aus dem Umstande, dass gleicher Druck und gleiche Mengen des Aräons verschiedene Körper auf eine verschiedene Weise verdichten und ausdehnen (s. §. 215): so, dass also sowohl bey der Verdichtung, als bey der Ausdehnung endlich ein Punct eintritt, bey welchem die Atome des Gemenges in den der Vereinigung günstigen Abstand kommen.

[Hydrogengas und Oxygengas lassen sich mengen, ohne sich zu verbinden. Sie vereinigen sich jedoch mit 1700facher Volumsverminderung, also als herabgesetzte Aräoide, wenn in das Gemenge etwas Platinschwamm gelegt wird, welcher beyde durch Attraction verdichtet (§. 75, c); oder, wenn man sie in einer Compressionspumpe verdichtet (mit gefährlicher Explosion); oder wenn man sie erhitzt, also ausdehnet (mit Detonation).]

§. 176. In seltenen Fällen (§. 173) geschieht es endlich auch, dass höhere Aräoide *als solche* miteinander verbunden werden. Verbindungen dieser Art entstehen jedoch immer nur unter solchen Umständen, wo das Aräon, ent-

weder in sehr verdichtetem Zustande dargebothen, oder ein Stoff in die Verbindung aufgenommen wird; welcher durch seine grosse Verwandtschaft zum Aräon als höheres Aräoid verharret, und eben dadurch auch die übrigen Bestandtheile zu demselben Zustande veranlasset. — Solche Verbindungen sind daher auch sehr zersetzbar, und nicht selten zu Explosionen geneigt; denn, da ihre Bestandtheile bereits höhere Aräoide sind, und durch die chemische Verwandtschaft kaum noch im verdichteten Zustande zusammen gehalten werden, so bedarf es nur geringe Veranlassung zu ihrer Zersetzung; wobey sie sodann augenblicklich ihre normale Ausdehnung annehmen, und alle im Wege liegenden Gegenstände mit schrecklicher Gewalt aus einander werfen. Diess erfolgt oft schon durch geringe Erwärmung, Druck, Reibung oder den Stoss, und in letztern Fällen hauptsächlich aus dem Grunde; weil die höheren Aräoide dabey durch mechanische Gewalt noch mehr comprimirt, dann aber plötzlich dieser Gewalt enthoben werden, und durch die erhöhte Spannung mit solcher Schnelligkeit sich wieder ausdehnen, dass auch die vorige Gränze der Ausdehnung, und also auch die Gränze der chemischen Anziehung überschritten, und dadurch die totale Zersetzung veranlasset wird.

[Verbindungen solcher Art sind: das Knallgold, Knallsilber und mehrere andere, die in der Folge gehörigen Orts vorkommen werden. — Auf gleiche Weise wird aber auch das Oehlgas unter Absatz kohliger Substanz zersetzt, wenn es aus dem möglichst comprimirten Zustande plötzlich losgelassen wird, wie *Gordon* gezeigt hat (*Schw.* Journ. XLIX. 494).]

§. 177. Die Zersetzung der Verbindungen aus Aräoiden kann im Allgemeinen auf sehr verschiedenen Wegen Statt finden, die sich jedoch alle auf drey Fälle reduciren lassen; nähmlich: *a*) durch mechanische Gewalt, in sofern dadurch chemische Thätigkeit erzeugt wird (s. §. 176 und §. 96); *b*) durch Einwirkung solcher Substanzen, die irgend einem der Bestandtheile näher verwandt sind, als die bereits damit verbundenen (§. 172); und; *c*) durch Erhitzung (§. 172).

§. 178. Was insbesondere die Eigenschaften der hier gedachten Verbindungen anbetrifft, so ist es zwar klar, dass diese von den Bestandtheilen derselben abhängig, und also bey verschiedenen Bestandtheilen, ja, sogar bey verschiedenen quantitativen Verhältnissen derselben Bestandtheile verschieden seyn müssen. Aber gerade in dieser Beziehung kann man so leicht zu Irrungen verleitet werden, und dann aller Mittel zur Erklärung der Erscheinungen verlustig gehen, wenn man die Zusammensetzung der Aräoide vergisst, und sie eben darum in ihren Verbindungen als einfache Stoffe betrachtet. — Gegen solches Versehen muss nun um so ernstlicher gewarnt werden, als man in neuerer Zeit wirklich in diesen Fehler verfallen ist; indem man Verbindungen, die übrigens gleiche und gleichviel Bestandtheile, diese jedoch bald als niedrigere bald als höhere Aräoide enthielten, und eben darum verschiedene Eigenschaften besassen, für identisch hielt; sodann aber in dem Umstande, dass ein und derselbe Körper in zwey verschiedenen Zuständen erscheinen könne, eine sehr merkwürdige Eigenschaft desselben voraussetzte, die man endlich die *Isomerie* nannte (§. 107).

[Körper solcher Art sind z. B. die Phosphorsäure und mehrere Oxyde. Die erstere hat bey gleichen Mengen Oxygens und Phosphors andere Eigenschaften, wenn sie durch Verbrennung, und andere, wenn sie auf nassem Wege erzeugt wurde; die letztern andere wenn sie ausgeglüht sind oder nicht. — Ganz analog wäre hier das Wasser und das Knallgas anzuführen, weil sie beyde vom Aräon abgesehen, ganz und gar dieselben, und gleich viel Bestandtheile enthalten; allein diess will Niemanden einfallen, obwohl es ein sehr schönes Beyspiel wäre.]

b) Verbindungen des Aräons im zweyten Grade der chemischen Anziehung.

§. 179. Wesentlich verschieden von den vorhin abgehandelten Aräoiden sind die Verbindungen des Aräons im zweyten Grade der chemischen Anziehung. Diese sind im-

mer Zusammensetzungen aus eigentlichen Aräoiden oder auch höhern Verbindungen derselben mit noch mehr Aräon, welches letztere jedoch nur im zweyten Grade der chemischen Verw. gebunden ist. Alle Aräoide und ihre Verbindungen, kurz *alle in der Natur vorkommenden Körper sind also zugleich Verbindungen dieser Art;* und sie müssen es seyn, da alle Körper in dem allgemein verbreiteten Aräon eingetaucht, und von demselben durchdrungen sind, und also die Gelegenheit zu ihrer Bildung immerwährend dargebothen ist. — Diese Verbindungen unterscheiden sich jedoch von den eigentlichen Aräoiden hauptsächlich dadurch: dass sich darin Körper aller Zusammensetzungsstufen mit dem Aräon verbinden; dass sie ungemein leicht auch durch mechanische Mittel zersetzbar sind; dass darin die Eigenschaften jener Menge des Aräons, welche nur im zweyten Grade der chem. Anz. gebunden ist, immer noch vorwalten, und selbst schon durch das Gefühl wahrzünehmen sind: so zwar, dass also diese Verbindungen allen übrigen Verbindungen des zweyten Grades (§. 111) entsprechen.

a) Darstellung der Verbindungen des Aräons im zweyten Grade der chemischen Anziehung.

§. 180. Diese Verbindungen entstehen allemahl, wenn man irgend einen Körper dem verdichteten Aräon darbiethet. Diess kann aber, bey der Uneinschliessbarkeit des Aräons nur dadurch geschehen, dass man irgend einen chemischen Process vornimmt; bey welchem höhere Aräoide oder auch Aräonverbindungen des zweyten Grades dergestalt zersetzt werden, dass Aräon frey wird: welchem man sodann die beliebigen Körper darbiethet, noch ehe dasselbe seine Verdichtung verloren und sich im Raume verbreitet oder — mit einem Wort — verflüchtiget hat. — Das Aräon wird dabey sogleich in jene Körper eindringen und Verbindungen des zweyten Grades erzeugen; welche

sich, wie die Verbindungen des ersten Grades, durch Volumsvergrösserung manifestiren.

[Hält man eine thierische Blase, welche nur schlaff mit Luft gefüllt ist, in die Nähe eines geheitzten Ofens (aus welchem mithin verdichtetes Aräon ausströmt), so wird sie bald gespannt, voll erscheinen; weil das Aräon durch die Blase eindringen, und sich mit der Luft verbinden konnte, diese Verbindung aber, weil sie die gröbere Luft enthält, nicht mehr aus der Blase entweichen kann. — Noch schöner lässt sich dieser Versuch ausführen, wenn man in einer zweyschenkeligen Glasröhre den einen Schenkel mit Mercur, den andern mit Luft füllet und diesen letztern oben verschliesset, und endlich einem heissen Körper nähert; denn die Luft wird sich sogleich ausdehnen, und das Mercur verdrängen. Zinn, Wachs, und s. w., in einem eisernen Löffel über Kohlenfeuer gestellt, gehen in den flüssigen Zustand über, weil sie sich mit dem Aräon verbinden. — Oxydirte Jodsäure in einer Glasröhre dem von einer brennenden Lampe ausströmenden Aräon ausgesetzt, gehet aus gleichem Grunde mit sehr grosser Volumsvermehrung in violetten Dampf über.

Diese Erfolge sind aber auch ganz und gar dieselben, wie wir sie auch bey andern Körpern finden. Ein nur schlaff mit Sägespähnen, Tischlerleim, oder Traganth gefüllter Sack, wenn er in Wasser eingetaucht wird, zeiget sich nach kurzer Zeit zum platzen voll: warum? — weil das Wasser durch den Sack eingedrungen ist, sich mit den darin vorfindigen Körpern verbunden, und also ihr Volumen vermehrt hat. —]

β) *Zersetzung der Verbindungen des Aräons im zweyten Grade der chemischen Anziehung.*

§. 181. Diese Verbindungen sind im höchsten Grade zersetzbar, und zerfallen daher schon, wenn sie mit was immer für Körpern in Berührung kommen, die selbst weniger im zweyten Grade gebundenes Aräon enthalten; indem das Aräon in diese letztern so lange überströmt, bis jene und diese auf gleiche Weise befriediget sind.

[Werden die vorhin (§. 180 Anm.) angeführten Verbindungen, der Luft, des Zinnes, des Wachses und der oxydirten Jodsäure vom Feuer entfernt, so wird man sie bald in denselben

Zustand der Aggregation zurückgehen sehen, den sie vor der Verbindung mit Aräon hatten; weil dieses letztere nach und nach an die Luft oder andere benachbarte Körper abgegeben wird.]

γ) *Ueber das qualitative und quantitative Verhältniss der Bestandtheile in den Verbindungen des Aräons im zweyten Grade der chemischen Anziehung.*

§. 182. Auch in diesen Verbindungen ist indessen das Aräon nicht in seiner normalen Ausdehnung, sondern immer in mehr oder weniger verdichtetem Zustande enthalten, und es leidet keinen Zweifel, dass auch diese Verdichtung — wie in den chemischen Verbindungen des ersten Grades, obwohl weniger intensiv — durch die chemische Verwandtschaft bewirkt werde. — Wie sich nun aber das Aräon in solchen Verbindungen verdichtet, so muss auch seine Expansivkraft mit der Cohäsion und chem. Anz. des andern Bestandtheils in Gegenwirkung kommen, und folglich, je nachdem sie diese beschränken kann — wie es auch bey den Aräoiden der Fall ist — eigene Modificationen der Aggregatsform erzeugen. — Es können demnach die wahren Aräoide, so wie alle ihre Verbindungen, wenn sie auch an und für sich fest waren, durch das im zweyten Grade der chem. Anz. aufgenommene Aräon, nach Verhältniss entweder mehr oder weniger fest bleiben, oder in den liquiden (tropfbarflüssigen) oder gasförmigen Zustand übergehen; wobey sie aber im Volumen immer um so viel zunehmen (ausgedehnt werden), als das aufgenommene Aräon im verdichteten Zustande beträgt.

[Beyspiele s. §. 180.]

§. 183. Die Verdichtung und Menge des Aräons, und mithin auch die daraus folgende Ausdehnung des andern Bestandtheils in solchen Verbindungen, ist jedoch unendlich mannigfaltigen Modificationen unterworfen, und ausser dem Einflusse der Cohäsion und Verwandtschaft in hohem

Maasse auch von dem Zustande der Verdichtung abhängig, in welchem sich das, solche Verbindungen zunächst umgebende, Aräon befindet: denn je grösser die in einem bestimmten Raume enthaltene Menge Aräons ist, je grösser muss auch seine Verdichtung und daraus folgende *Spannung* seyn. Je grösser ferner diese Verdichtung oder Spannung ist, je mehr wird sie die Ausdehnung des Aräons in den Zwischenräumen eines Körpers beschränken, welcher in jenem Raume eingetaucht ist; und *eine um so grössere Menge des* solchergestalt *verdichteten Aräons muss folglich durch die sich immer gleich bleibende chem. Anziehung gebunden werden können.* Je grösser endlich die Menge des verdichteten Aräons ist, je grösser muss folglich auch das Volumen solcher Verbindungen seyn.

[*Dulong* und *Petit* haben diese Folgerung auch durch Experimente erwiesen. (s. §. 197.)]

§. 184. Eine gleiche Verdichtung des die Körper umgebenden Aräons bewirket aber nicht in allen Körpern gleiche Veränderungen in der Ausdehnung und Aggregatsform; sondern diese werden verschiedentlich modificirt, je nach Verschiedenheit der Cohäsion und chemischen Verwandtschaft verschiedener Körper. So sehen wir z.B. das *feste Wasser* (Eis), das *Zink* und das *Eisen*, bey einer gewissen Verdichtung des Aräons in der Umgebung (und folglich auch im Innern dieser Substanzen) im festen Zustande. Bey einer höheren Verdichtung des Aräons im Raume erscheint uns aber das Wasser tropfbarflüssig, während das Zink und Eisen immer noch im festen Zustande verharren. Bey noch höherer Verdichtung des Aräons sehen wir das Wasser in die Dampf- oder Gasform übergehen, das Zink wird flüssig wie vorhin das Wasser war, und das Eisen wird weicher. Bey noch höherer Verdichtung des Aräons endlich, sehen wir auch das Eisen in den flüssigen Zustand übergehen; während das Zink längst schon in die Gasform versetzt worden ist. — Ja wir finden sogar — eben weil

durch eine gleich grosse chemische Anziehung um so mehr Aräon gebunden werden kann, je mehr dasselbe bereits aus andern Ursachen verdichtet worden ist (§. 183) — dass zuletzt, und zwar bey sehr verschiedener Spannung, durch Aufnahme einer übermässigen Menge Aräons zusammengesetzte Körper sich so lange ausdehnen, bis endlich ihre Bestandtheile weiter von einander entfernt sind, als ihre chemischen Wirkungskreise reichen, und eben darum die chemische Verbindung derselben aufgehoben wird.

§. 185. Den Zustand der Verdichtung und daraus folgenden Spannung des solchergestalt im Raume und in den Zwischenräumen der Körper enthaltenen Aräons hat man bereits in jener Zeit die *Temperatur* genannt, in welcher man sich von diesem Gegenstande nur undeutliche Begriffe machte; und man sagt heute noch, ein Körper habe *eine höhere Temperatur*, wenn er das Aräon im zweyten Grade der chem. Anz. in verdichteterem Zustande enthält, oder *eine niedrigere*, wenn dieses Fluidum in seinen Zwischenräumen minder verdichtet ist.

Die verschiedenen Abstufungen in der Temperatur der Körper werden uns sehr deutlich schon durch den Sinn des Gefühls wahrnehmbar; denn so oft wir irgend einen andern Körper berühren, welcher eine höhere oder niedrigere Temperatur besitzt, so wird die Verw. des zweyten Grades das Aräon auf beyde Körper vertheilen; es wird also nach Umständen unserm eigenen Körper entweder Aräon mitgetheilt oder entzogen, und dadurch in demselben eine Empfindung eigener Art erzeugt. Werden im ersten Falle die Theilchen unseres Körpers durch *Interposition* (Zwischenlagerung) des Aräons bis zu jenem Abstande von einander entfernt, welcher zur Erhaltung unserer physischen Construction der angemessenste ist: so nehmen wir eine angenehme Empfindung wahr, die wir *Wärme* nennen. — Werden hingegen unsere Körpertheilchen durch das Eindringen von mehr, und verdichteterem Aräon über

jene Distanz von einander entfernt, so fühlen wir eine schmerzhafte Empfindung, die man *Hitze* nennet. — Wird endlich im zweyten Falle unserm Körper so viel Aräon entzogen, dass seine Theilchen durch Ueberhandnahme der Cohäsion so lange näher aneinander treten, bis der Kreislauf der Säfte, und mithin die Functionen der Organe gehemmt werden; so entstehet ein entgegengesetzt schmerzliches Gefühl, welches *Kälte* genannt wird.

Auch diese Benennungen entspringen jedoch einem früheren Zeitalter; wo man der Meinung war, dass die Empfindung der Kälte im gänzlichen Mangel des Wärmestoffes begründet sey. Sie sind aber höchst unrichtig, weil sie verschiedene Abstufungen eines und desselben Zustandes auf eine Weise bezeichnen, die den Begriff vom vollkommensten Gegensatz erzeugen muss. Eben so unrichtig ist also auch der Nahme *Wärmestoff*, weil auch dort, wo man von Kälte spricht noch Aräon vorhanden ist. — Wenn also die Benennungen Wärme, Hitze und Kälte, um dem üblichen Sprachgebrauche nachzugeben, einstweilen auch hier noch beybehalten werden; so kann man mithin damit nie etwas anderes, als drey verschiedene Abstufungen in der Verdichtung des Aräons andeuten wollen.

§. 186. Obgleich nun durch das Gefühl gewisse Abstände in der Temperatur wahrzunehmen sind; so bleibt dasselbe dennoch ein höchst unzureichender Maasstab zur Beurtheilung solcher Differenzen: weil schon die unbedeutendsten Anfälle von Kränklichkeit, die Verschiedenheit der Temperamente u. s. w., Abweichungen in der Reaction der Organe auf das Aräon veranlassen, und der thierische Körper auch überhaupt, ohne zerstört zu werden, nur einige wenige mittlere Abstufungen der Temperatur vertragen kann, und also in den höheren wie in den niederern Graden derselben ohnehin der Absicht zu entsprechen unfähig ist.

Bey weitem sicherer dienen hingegen zu solchen Mes-

sungen unorganische Substanzen; welche bey verschiedenen Temperaturen mehr oder weniger am Volumen zu- oder abnehmen, und dadurch auf den Zustand der Temperatur richtiger schliessen lassen. Auf diese Eigenschaft gründet sich daher auch die Einrichtung jener zur Messung der Temperatur dienlichen Instrumente, die man *Thermometer (Wärmemesser*, *Thermoskope)* nennet.

§. 187. Jedes Thermometer ist aber aus zwey verschiedenen Substanzen zusammengesetzt, deren eine sich bey gleicher Temperatur mehr ausdehnt, als die andere: und man beurtheilt dabey die Veränderungen in der Temperatur nach der Grösse des Unterschiedes in der Ausdehnung beyder Substanzen; welche sich allemahl zeigen muss, wenn ein solches Instrument mit andern Körpern in Berührung kommt, und also, indem es entweder Aräon empfängt oder abgibt, mit denselben eine gleiche Temperatur erlangt (§. 181). Man hat solchergestalt Thermometer die aus zwey festen Körpern, und solche, die aus einer festen und einer flüssigen Substanz zusammengesetzt sind.

§. 188. Ein Thermometer der ersten Art entstehet, wenn man eine Metallstange, auf einem Brete liegend, an einem Ende befestiget; denn bey jedem Wechsel der Temperatur wird sich das Metall mehr als das Holz ausdehnen, und die diessfällige Differenz am unbefestigten Ende sichtbar werden; die aber immer sehr klein ausfällt, und daher gewöhnlich durch beygebrachte Mechanismen nach dem Prinzip des Fühlhebels vervielfältigt, und durch einen Zeiger auf einen Gradbogen übertragen wird. — Diese Thermometer heissen *Metallthermometer*, und wenn sie aus zwey Streifen verschiedener Metalle construirt, und kreisförmig gebogen, in einem Uhrgehäuse angebracht sind, *Sackthermometer*. Metallthermometer zur Messung sehr hoher Temperaturen nennt man insbesondere *Pyrometer*.

[Die in hohen Temperaturen dienenden Metallthermometer erleiden dabey oft bleibende Ausdehnungen, und sind dadurch,

wie durch ihre mechanische Complication, schwankend. Diesem Fehler auszuweichen, erfand *Wedgewood* sein Pyrometer; welches sich auf die Eigenschaft der Thonerde gründet, im Feuer um so mehr einzuschrumpfen, je grösser die Hitze ist. Es werden daher kleine Thonwalzen von bestimmter Länge in das zu beurtheilende Feuer gebracht; damit man nachher aus ihrer Verkürzung auf die Höhe der Temperatur schliessen könne. Die Verkürzung selbst aber wird durch Einschieben der Thonwalzen zwischen zwey convergirende gradirte Lineale bestimmt. Auch dieses Mittel ist jedoch schwankend; weil der Thon nicht durch die ganze Reihe der Temperaturabstände, gleichförmig, und auch bey länger andauernder schwächerer Hitze eben so viel einschrumpfen kann, wie in grösserer Hitze von kurzer Dauer.

Ein neuer Vorschlag zu dieser Absicht, und wohl der beste, ist der: dass man in den Ofen, dessen Hitze zu messen ist, mehrere Metallmischungen (für die stärksten Hitzgrade solche mit Platin) einsetzt, die bey sehr verschiedenen Temperaturen schmelzen: so zwar, dass man nach der Operation aus den geschmolzenen Mischungen die darin Statt gefundene Hitze beurtheilt (s. auch *Daniel's* Pyrometer in *Dingler's* Journ. XLIII. 189).

Auch ist das Luftthermometer bey der Messung sehr hoher Temperaturen allen andern vorzuziehen; weil sich die Luft in allen Temperaturen über 100° C. gleichförmiger ausdehnt als selbst das Quecksilber, welches bey 380° C. schon, nach *Dulong* und *Petit*, um 10° zu viel zeigt.]

§. 189. Bey der zweyten zuverlässigern Art der Thermometer dient als fester Körper eine durchsichtige Glasmasse, welche ein kleines Gefäss formirt, dessen Mündung in eine lange sehr enge Röhre ausläuft. Dieses Gefäss wird sodann mit Quecksilber dergestalt gefüllt, dass ¾ des Rohres leer bleiben. Ein solches *Quecksilberthermometer* ist nun der Absicht dienlich; denn so oft dasselbe mit Körpern von verschiedener Temperatur in Berührung kommt, wird das Quecksilber mehr ausgedehnt oder zusammengezogen werden als das Glas, und die Differenz wird sich jedesmahl in der Röhre durch Verlängerung oder Verkürzung der Quecksilbersäule manifestiren.

[Man hat auch Thermometer, die mit Oehl, Weingeist oder Luft gefüllt sind, und sodann *Oehl-*, *Weingeist-* oder *Luftthermometer* heissen; worunter die ersten beyden jedoch minder zuverlässig sind, weil sich der Weingeist und das Oehl bey gleichen Differenzen der Temperatur minder gleichförmig ausdehnen als das Quecksilber. Das Weingeistthermometer ist aber in sehr niedriger Temperatur, wo das Quecksilber gefriert, dennoch nützlich anzuwenden. — Das Luftthermometer insbesondere ist durch seine grosse Empfindlichkeit vorzüglich zur Messung sehr kleiner Differenzen in der Temp. geeignet, und hat die Einrichtung: dass das Gefäss aufwärts gebogen und nur zur Hälfte mit einer tropfbaren Flüssigkeit, zur Hälfte hingegen mit Luft gefüllt ist; so zwar, dass die grössere Ausdehnsamkeit der Luft, indem diese auf die andere Flüssigkeit drückt, bey gleichen Intervallen der Temperatur, in der aufwärts gebogenen Röhre ein ausgiebigeres Steigen und Sinken der Flüssigkeit erzeugen muss. — Noch ein neuerer Vorschlag empfiehlt ein platinanes Gefäss mit sehr enger Röhre, welches mit Luft gefüllt in den Ofen gelegt wird; so zwar, dass, wenn die Erhitzung erfolgt, die vermöge ihrer Ausdehnung aus der Mündung der Röhre austretende Luft aufgefangen, und nach der Menge derselben auf die vorwaltende Temp. geschlossen werden kann. Diese Methode setzt jedoch complicirte Rechnungen voraus.]

§. 190. Um aber alle diese Thermometer auch vergleichlich zu machen, hat man sie mit *Gradleitern* versehen, und diese auf gewisse aller Orten wieder zu findende Fundamentalpuncte gegründet. Verschiedene Naturforscher sind dabey jedoch von verschiedenen Ansichten ausgegangen; so dass man also auch sehr verschiedene Gradleitern hat, unter welchen vorzüglich die von *Celsius*, *Reaumur* und *Fahrenheit* in Anwendung gekommen sind.

Celsius setzte sein Thermometer einmahl in siedendes und einmahl in eben gefrierendes Wasser (oder schmelzendes Eis), und bemerkte an der Röhre die Puncte bis zu welchen das Quecksilber im ersten Falle stieg, im andern niedersank. Den ersten dieser Puncte nannte er *Siedepunct*, den zweyten *Gefrierpunct*, und theilte sodann den

zwischen diesen Puncten liegenden Raum in 100 gleiche Grade; so zwar, dass er beym Gefrierpunct mit 0 zu zählen anfing, und also der 100te Grad auf den Siedepunct fiel. Weil aber oft die Kälte das Quecksilber auch unter 0 sinken machte, so wurden unterhalb 0 noch 35 bis 40 Grade von derselben Grösse (wie über 0) an der Röhre aufgetragen; die man jedoch von 0 abwärts zählte. — Mit dieser Eintheilung wird das Instrument das *Centesimal-* oder *100theilige*, oder *schwedische*, oder das *Celsius'sche Thermometer* genannt.

Reaumur bediente sich zwar derselben Fundamentalpuncte, theilte den Abstand zwischen beyden jedoch in 80 gleiche Grade: so dass also sein 0 gleichfalls den Gefrierpunct, der 80ste Grad hingegen den Siedepunct traf, u. s. w. Dieses Thermometer heisset das *Reaumur'sche* oder *80theilige Quecksilberthermometer*.

Fahrenheit endlich hatte ganz andere Regeln befolgt, indem er die Kälte, welche sich im Winter 1709 in Danzig ergab, mit 0, den Siedepunct des Quecksilbers hingegen mit dem 600ten Grade bezeichnete, und also den Raum zwischen beyden in 600 gleiche Grade theilte; so zwar, dass dessen 32ster Grad mit dem Gefrierpunct, der 212te hingegen mit dem Siedepunct des Wassers übereinkam.

[In neuerer Zeit haben *Clement, Desormes* und *Herapath* auch den *absoluten Nullpunct* — entsprechend dem gänzlichen Mangel der Wärme — aus der Zusammenziehung der Luft beym Erkalten, = — 266⅔ zu erschliessen gesucht. (*J. de Phys.* LXXXIX, 312, 428).

Beym *Wedgewood'schen* Pyrometer ist nach *Ws.* eigener Angabe der erste Grad = 598, und jeder folgende Grad = 72 Graden des Centesimalthermometers. *Guyton Morveau* gibt dagegen für den ersten Grad 270, für jeden der folgenden 34 Grade des Centesimalthermometers an.]

§. 191. Diese verschiedenen Eintheilungen der Thermometergradleitern machen es aber unbedingt nothwendig, beym Gebrauche der Thermometer auch die Art der Gradirung

anzuzeigen, damit man sich gegen Verwechselungen wahre. Man pflegt daher durch den Anfangsbuchstaben aus dem Nahmen des Erfinders die Art des verwendeten Thermometers, durch ein ⁰ an der Stelle der Exponenten das Wort *Grade*, und durch das + oder — Zeichen anzudeuten, ob Grade oberhalb oder unterhalb o gemeint sind.

[Z. B. 10 Grade über 0 nach *Celsius* = + 10° C.; 15 Grade unter 0 nach *Reaumur* = — 15° R. Man fügt auch wohl noch das Wort Temperatur durch ein T hinzu; z. B. 56 Grade über 0 *Fahrenheits* Temperatur = + 56° F. T. — Ist weder das + noch das — Zeichen beygefügt, so sind immer Grade über 0 gemeint.

Bey genauen Messungen der Temperatur insbesondere ist es aber auch noch nothwendig, den Barometerstand anzugeben; weil ein verschiedener Druck der Atmosphäre, wie weiter hin vorkommt (§. 225), auch eine Verschiedenheit in den Anzeigen des Thermometers bewirkt. Ja bey sehr scharfen Messungen muss man sogar auf die Ausdehnung des Glases, aus welchem das Thermometergefäss bestehet, Rücksicht nehmen; denn die daraus entspringende Differenz ist so gross, dass das Quecksilberthermometer dort, wo es 300° zeigt, eigentlich 314,15° C. zeigen sollte. — *Dulong's* und *Petit's* schöne Untersuchungen haben nachgewiesen, dass, wenn man folgende Substanzen zu Thermometern verwenden wollte, diese dort, wo das Luftthermometer 300° C. zeigt, in Folge ihrer verschiedenen Ausdehnsamkeit folgende Grade zeigen würden: das Eisen 332,2; das Silber 329,3; das Zink 328,5; das Antimon 324,8; das Glas 322,1; das Kupfer 320,0; das Platin 317,9; das Mercur 314,15. (*Schw.* Journ. XXV, 304).

Tafeln über die Vergleichung verschiedener Thermometergrade s. in *M. Handb.* II. 829.]

§. 192. Aus den angeführten Umständen, und vorzüglich aus den Eigenschaften des Thermometers, erweiset es sich nun auch durch die Erfahrung, *dass ein und derselbe Körper bey verschiedenen Graden der Temperatur, d. i. bey verschiedenem Zustande der Verdichtung des Aräons im Raume den die Körper einnehmen, ungleiche Mengen des Aräons im zweyten Grade der chem. Anz. bindet, und dass*

diese Menge relativ wohl auch gemessen werden kann, *wenn man solche Mischungen durch ein geeignetes Reagens*, *hier das Thermometer*, *zersetzt* (den Grad der Temperatur bestimmt). Aber man würde sehr irren, wenn man hieraus auch folgern wollte, dass eine gleiche Anzahl von Thermometergraden bey allen Körpern gleiche Mengen des Aräons bedeute. Diess ist keinesweges der Fall, denn die Erfahrung hat bereits gelehrt: *dass gleiche Mengen verschiedener Körper*, *unter übrigens ganz gleichen Umständen*, *verschiedene Mengen des Aräons erfordern*, *um im zweyten Grade der chem. Anz. gleich intensiv befriedigt zu seyn* (auf gleiche Temperatur gebracht zu werden); diess beweisen folgende Versuche.

Man mische eine bestimmte Menge Wassers, dessen Temp. durch Erhitzung auf 100° C. gebracht wurde, mit gleichen Theilen Wassers von 0° C. — Diese Mischung wird am Thermometer 50° C. zeigen.

Man menge ferner gleiche Gewichte Wassers von 0° C. und Mercurs von 100° C. Das Thermometer wird in dem Gemenge 3° C. zeigen.

Man menge endlich gleiche Gewichte Wassers von 100° C. und Mercurs von 0° C., und die Temp. des Gemenges wird = 97° C. seyn.

Aus dem ersten dieser Versuche gehet hervor, dass, wenn gleiche Mengen eines und desselben Körpers von ungleicher Temperatur mit einander vermischt werden, die Mischung durch gleichförmige Vertheilung des Aräons eine Temperatur annimmt, welche zwischen den Temperaturen der Zuthaten das Mittel hält. — Der zweyte Versuch hingegen belehrt uns, dass bey der Vermengung heterogener Körper ein anderes Gesetz obwaltet; indem die ganze Menge des Aräons durch dessen Verlust das Mercur von 100° auf 3° C. herab sinket, das Wasser nur um 3° C., d. i. von 0° auf 3° C. erheben kann. — Der dritte Versuch endlich gibt uns hierzu gleichsam die Controlle, in-

dem er beweiset, dass dieselbe geringe Menge des Aräons, welche das Wasser verliert um von 100° auf 97° C. herabzusinken, auch schon hinreichend ist die Temperatur des Mercurs bedeutend, und zwar von 0° auf 97° C. zu erhöhen, oder mit andern Worten: dass das Wasser im zweyten Grade der chem. Anz. 33mahl so viel Aräon als das Mercur mit gleicher Intensität binden kann.

§. 193. Die absolute Menge des Aräons, welche erforderlich ist, um irgend einen Körper im zweyten Grade der chem. Anz. auf eine bestimmte Weise zu sättigen (auf einen gewissen Grad der Temperatur zu erheben), ist nun zwar noch nicht gefunden, und kann auch bey der bisherigen Unmessbarkeit und Schwierigkeit der Abwägung nicht leicht zu erforschen seyn. Allein schon die vorhin (§. 192) erwiesene relative Bestimmung ist, da sie uns das Verhältniss der Mengen des Aräons kennen lehrt, die unter gleichen Umständen verschiedene Körper auf gleiche Weise sättigen, von der höchsten Wichtigkeit; *weil in der Folge — wenn auch nur in einem einzigen Falle das Gewicht des ausgeschiedenen oder aufgenommenen Aräons gefunden werden sollte — aus eben diesen Verhältnissen der Calcul auch für alle anderen Fälle die Mengen des Aräons, ja sogar das Atomgewicht desselben folgern wird.*

[Vielleicht ist die Zeit nicht mehr fern, wo man das Atomgewicht des Aräons = 1,000, und die Atomgewichte aller übrigen Körper als Multipla dieser Grösse, nach ganzen Zahlen erkennen wird.]

§. 194. Dieses Vermögen verschiedener Körper zur Erhebung auf eine gleich hohe Temperatur verschiedene Mengen Aräons aufzunehmen, hat man die *Capacität für die Wärme*, oder *Wärmecapacität*, das solchergestalt gebundene Aräon aber — bey der Vergleichung gleicher Gewichte verschiedener Körper — den *eigenthümlichen oder specifischen Wärmestoff*, oder — wenn gleiche Vol. der Körper verglichen wurden — den *relativen Wärmestoff* ge-

nannt; den Zustand aber, in welchem sich dann die Körper befinden im ersten Falle die *specifische oder eigenthümliche*, im letzten hingegen die *relative Wärme.* —

Die spec. Wärme und Wärmecapacität kann also durch dieselbe Grösse ausgedrückt werden; indem man z. B. im obigen Beyspiele (§. 192) sagt: die Wärmecapacität oder spec. Wärme des Wassers verhält sich zu der des Mercurs = 33 : 1. Diese Zahlen bedeuten aber begreiflicher Weise nicht die wahre Menge des Aräons, sondern nur das Verhältniss desselben in verschiedenen Körpern.

[Auch diese Benennungen der Vorzeit dürfen uns nicht irre machen. Man vergesse daher nie, dass sie nichts anderes bedeuten, als sie bedeuten könnten, wenn man bey Körpern, die sich im zweyten Grade der chem. Anz. mit dem Wasser verbinden, diese ihre Fähigkeit die *Wassercapacität,* das aufgenommene Wasser aber *specifisches* oder *relatives Wasser,* und ihren Zustand die *specifische* oder *relative Nässe* nennen wollte.]

§. 195. Das (§. 192) angeführte Verfahren, die sogenannte Wärmecapacität durch Vermengung der Körper von verschiedener Temperatur zu bestimmen, ist jedoch nur bey jenen wenigen Körpern anwendbar, die sich ohne gegenseitige chemische Reaction vermengen lassen; unausführbar dagegen in allen jenen Fällen, wo chemische Reaction Statt findet, und mithin schon aus diesem Grunde Aräon entbunden oder gebunden werden kann. Ganz allgemein anwendbar ist dagegen ein von *Lavoisier* und *de la Place* erfundener Apparat, bekannt unter dem Nahmen des *Eisapparates* oder *Calorimeters.* — Die Einrichtung des Calorimeters gründet sich auf die Voraussetzung: dass jeder Körper von höherer Temperatur, wenn er mit Eis von 0^0 Temp. umgeben werde, an das Eis so lange Aräon abgeben müsse, bis er selbst auf 0^0 Temp. herabgesunken sey; dass aber dadurch ein angemessener Theil des Eises zu flüssigem Wasser schmelzen werde, und dass man folglich aus der Menge des abgeflossenen Wassers auch auf die

relative Menge des abgegebenen Aräons werde schliessen können.

[Das Calorimeter bestehet aus zwey einander in gewissem Abstande umschliessenden Gefässen, die mittelst Deckeln verschliessbar, und wovon die zwey äussern an ihrem conisch zulaufenden Boden mit Abflussröhren versehen sind. Der Zwischenraum zwischen den beyden Gefässen wird mit Eis von 0° T. gefüllt, und diess hat bloss den Zweck, den Einfluss der äussern Temperatur abzuhalten. In der Mitte des inneren Gefässes befindet sich ein Drahtkorb, in welchen der zu prüfende, vorher erhitzte Körper entweder für sich allein, oder wenn er flüssig ist, in einem Gefäss (dessen Wärmecapacität man bereits kennet, und später subtrahirt) eingesetzt, und von allen Seiten mit Eis umgeben wird. Der Körper wird sodann sein Aräon an das Eis abgeben, und den dadurch schmelzenden Theil in ein unter die Abflussröhre des innern Gefässes gebrachtes Glas abfliessen machen: so zwar, dass man nach der Menge des abgeflossenen Wassers schliessen kann. (*M. Handb.* II. §. 268).

Dulong und *Petit* haben die Wärmecapacität und spec. Wärme der Körper auch auf einem andern Wege zu bestimmen versucht: nähmlich nach der Zeit, welche die bis auf eine gewisse Temperatur erhitzten Körper, unter übrigens gleichen Umständen, zum Erkalten bis zu einem gewissen Grade (50° über der Temp. der Umgebung) im luftleeren Raume erkaltet. — *Dulong* hat in neuerer Zeit die Wärmecap. der Gasarten sogar aus den verschiedenen Tönen zu berechnen versucht, welche eine und dieselbe Orgelpfeife in verschiedenen Gasarten gibt.]

§. 196. Die Erfahrung hat hierbey gezeigt, dass 1 Pf. Wasser von 75° C. Temp. gerade hinreichet, um im Calorimeter 1 Pf. Eis zu schmelzen. Die Menge Aräons welche solchergestalt 1 Pf. Wasser von 0° C. bis zu 75° C. in der Temperatur erheben, und 1 Pf. Eis von 0° C. schmelzen kann, hat man zum vergleichenden Maassstabe für 1,000 angesehen, und geschlossen: dass folglich, wenn 1 Pf. von irgend einem andern Körper, ebenfalls bis zu 75° C. erhitzt, in das Calorimeter gebracht werde, die die Menge

des abfliessenden Wassers ausdrückende Zahl sich zu jener Einheit gerade so verhalten müsse, wie die Wärmecapacität des untersuchten Körpers zu der des Wassers; oder mit andern Worten: dass, wenn irgend ein Körper z. B. nur $^1/_2$ Pf. Eis schmelzen mache, seine Wärmecapacität auch nur halb so gross seyn werde, als die des Wassers, nähmlich = $^1/_2$ = 0,500.

§. 197. Mehrere mit diesem Apparat vorgenommene Untersuchungen lehrten bald, *dass verschiedene Körper eine verschiedene Wärmecap. besitzen*, und wahrscheinlich nicht zwey derselben eine vollkommen gleiche.

[Wenn die Wärmecap. des Wassers = 1,0000 gesetzt wird; so ist die der atmosph. Luft = 0,2269; des Oxygengas = 0,2361; des Hydrogengas = 3,2936; des Wasserdampfes = 0,847 ?; des Eisens = 0,900; des conc. Schwefelsäurehydrates (Vitriolöhls) = 0,350; des verdünnten Muriumsäureh. von 1,153 Dicht. = 0,600; des muriumsauren Sodiumoxydes = 0,230; des Calciumoxydhydr. = 0,400; des Flintglases = 0,190; des Zinks = 0,100; des Wismuths = 0,042; des Zinnes = 0,070; des Aethers von 0,715 Dicht. = 0,520 u. s. w. (*Ann. de Chim.* LXXXV, 72 und 113; XXIV, 323; *Gilb.* Ann. LXXVI, 289. *M. Handb.* II. 838. — *Schw.* J. XXVIII, 21.)]

Bald machte man aber auch die Erfahrung, dass die Wärmecap. der Körper mit der Temp. derselben zunimmt (§. 183).

[So fanden z. B. *Dulong* und *Petit* die Wärmecap. des Eisens zwischen 0 und 100° C. = 1,098; zwischen 0 und 200° C. = 0,1150; zwischen 0 und 300° C. = 0,1218; zwischen 0 und 350° C. = 0,1255.]

Die Ursachen, um derentwillen verschiedene Körper eine verschiedene Wärmecap. besitzen, hat man zwar noch nicht vollkommen ausgemittelt; aber offenbar sind deren zweye thätig; nähmlich die Cohäsion und die chem. Anz. des zweyten Grades. Im Allgemeinen besitzen daher die cohärentesten Körper, die Metalle, die geringste Wärmecapacität, und das Hydrogengas die grösste, weil bey

den erstern die Cohäsion am meisten, bey dem letztern hingegen am wenigsten wirksam ist. Diese Reihe wird aber auch wieder modificirt durch die chem. Anz. des zweyten Grades, die bey verschiedenen Körpern verschieden ist; daher denn einige cohärentere Metalle eine grössere Wärmecapac. zeigen als minder cohärente u. s. w. — Daher auch der Einfluss einer verschiedenen Temperatur auf die Wärmecapacität; welche ohne Zweifel auf der Störung der Cohäsion beruht.

[Für diese Ansicht sprechende Erfolge ergeben sich auch dort, wo die Verw. des zweyten Grades am schwächsten thätig ist. *Pouillet* benetzte die mannigfaltigsten gepulverten verkleinerten oder porösen Substanzen mit Wasser, Alkohol, Aether oder Oehl, und bemerkte während der Absorbtion dieser Flüssigkeiten immer ein bedeutendes Steigen der Temperatur: ohne Zweifel weil die Flüssigkeiten durch die Anziehung der festen Körper selbst in einen dichtern Zustand übergingen. (*Schw.* J. XXXV. 190). — Auf diesem Umstande beruhet daher auch die Erwärmung des nassgewordenen Heues, und dessen Fähigkeit auf Reisen Erwärmung zu gewähren, wenn man nasse Kleider hat, oder das Heu auch absichtlich benetzt, und sich damit bedeckt.]

§. 198. Eben so machte man sehr bald die Entdeckung, dass die Grösse der Wärmecapacität auch durch mechanische Gewalt, z. B. durch Zusammendrücken, durch Hämmern der Körper u. s. w. beschränkt, und eben so durch Aufhebung solcher Gewalt gesteigert werden könne. Auch diese Erscheinung erklärt sich indessen durch die vorhin (§. 197) gegebene Definition: ja sie dient derselben sogar zur Bestätigung, indem dadurch erwiesen wird, dass die sogenannte Wärmecapac. allemahl vermindert werden muss, wenn die Atome der übrigen Bestandtheile, sey es durch innere oder äussere Kraft einander näher zu treten gezwungen werden; und umgekehrt. Es gehet hieraus aber auch hervor, *dass wir die wahre Wärmecapac. der Körper noch gar nicht kennen;* weil diese alle dem beschränken-

den Drucke der Atmosphäre ausgesetzt sind: was vorzüglich bey flüssigen Körpern ungemein viel Einfluss hat.

[*Beyspiele.* Wird in ein Gefäss, welches ein Thermometer enthält, mit Hülfe einer Compressionspumpe nach und nach mehr Luft eingebracht, als es unter dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre fassen kann; so steigt das Thermometer in demselben Maasse als mehr Luft eingebracht, und als dieselbe mithin mehr verdichtet wird; und diess zwar aus dem Grunde, weil die Theilchen der Luft einander näher gebracht werden, und eben darum die Wärmecapac. (§. 197) vermindert, und ein Theil des Aräons ausgeschieden werden, und auf das Thermom. wirken muss. — Wird ferner aus jenem Gefässe, wenn es unter dem gemeinen Druck der Atmosphäre mit Luft gefüllt ist, nach und nach mit der Luftpumpe immer mehr Luft ausgezogen, so sinket das Thermometer gleichmässig herab; weil die Luft nun immer mehr Raum erhält, und eben darum ihre eigenthümliche Wärmecap. freyeren Spielraum erlangt: wesshalb denn auch der Rest allemahl das ganze Gefäss erfüllt; so zwar, dass man die Gränze noch gar nicht kennet, bis zu welcher sich die Luft ausdehnen würde, wenn sie alles Druckes, und auch der Anziehung des Erdballs ledig wäre. Sehr schön lassen sich die beyden angeführten Versuche zugleich vornehmen, wenn man, nach *Gay-Lussac*, zwey Gefässe hat, die durch einen Hahn mit einander communiciren, und deren eines sehr verdichtete, das andere sehr verdünnte Luft enthält: denn man wird, sobald der Hahn geöffnet wird, im ersten Gefässe das Thermometer fallen, im andern hingegen steigen sehen; weil die Luft aus dem erstern Gefäss in das letztere bis zur Herstellung des Gleichgewichtes überströmt, und eben darum in dem einen die Luft verdünnt, im andern verdichtet wird. —

Auf gleichem Grunde beruht auch die Erfahrung, dass bey sehr starken Gebläsen, in welchen die Luft verdichtet wird, an der äussern Oberfläche des Rohres, durch welches die Luft ausströmt, aus der Atmosphäre das Wasser als Eis abgesetzt wird.

Aehnliche Erfahrungen zeigen sich auch bey tropfb. Flüssigkeiten. Wenn man verflüchtigbare Flüssigkeiten, als: Aether, Weingeist, Wasser, Schwefelcarbon u. s. w. in einer offenen Schale unter den Recipienten bringt und die Luft auspumpet; so werden diese Flüssigkeiten sogleich zur Gasform übergehen, und dabey, weil der beschränkende Druck der Atmosphäre ver-

mindert wurde, so sehr an Wärmecapac. zunehmen, dass sie der Umgebung das Aräon entziehen, und das Thermometer sinken machen. — Als *Marcet* eine Mercur enthaltende Glasröhre mit Baumwolle umwunden, und mit Schwefelcarbon begossen auf diese Art behandelte, gefror das Mercur, während ein Weingeistthermometer — 60° C. zeigte. — Als *Wollaston* zwey gläserne Hohlkugeln von 1 Zoll Durchmesser durch eine 12 — 18 Zoll lange Röhre mit einander verband, dann diesen Apparat mit Wasser füllte, hierauf so lange der Hitze aussetzte, bis $^3/_4$ des Wassers verflüchtiget, und also auch die Luft ganz ausgetrieben wurde, und endlich die Oeffnung des Apparates schnell zuschmolz; so erhielt er daran ein Mittel (*Cryophorus* genannt), mit dem Wasser ein ähnliches Experiment durchzuführen, wie *Gay-Lussac* (oben) mit der Luft: denn wenn nun die eine kein Wasser, sondern nur Wasserdunst enthaltende Kugel in eine kaltmachende Mischung eingegraben wurde, so verdichtete sich darin fortwährend der Wasserdunst, erzeugte dadurch einen leeren Raum, in welchen das Wasser aus der andern (in der Luft befindlichen) Kugel sich sodann (weil die Beschränkung seiner Wärmecap. gehoben war) so lange verflüchtigte, bis endlich durch die damit verbundene Erkältung, das noch rückständige Wasser zu Eis gefror (s. auch §. 252).

Aehnliche Erfolge zeigen sich endlich auch bey festen Körpern. Wird ein Stück Federharz in Berührung mit den Lippen stark ausgedehnt, so fühlt man deutlich die Erwärmung. Taucht man das ausgedehnte Federharz in diesem Zustande in sehr kaltes Wasser, so zieht es sich nicht wieder zusammen so lange das Wasser kalt ist; jedoch sogleich wenn man das Wasser erwärmt. — Eine dünne, mit Luft gefüllte Blase von Federharz mit den Händen gelinde gedrückt, gibt augenblicklich fühlbare Wärme. — Ein eiserner Nagel anhaltend auf dem Ambosse gehämmert wird heiss und endlich glühend; weil — die Analogie mit *Gay-Lussac's* Experiment (oben) ist hier nicht zu übersehen — bey jedem Hammerschlage die elastischen Theile des Ambosses wie des Hammers zusammengedrückt werden, und bey dieser Beschränkung ihrer Wärmecap. an den Nagel verdichtetes Aräon abgeben, und zwischen den Schlägen sich wieder ausdehnen und aus dem ganzen Körper des Ambosses und Hammers das verlorne Aräon ersetzt erhalten. (Ist der Amboss und Hammer anstatt von Stahl von weichem Eisen, so gelingt der Versuch nicht). — Eben so erklärt sich sonach auch die Erhitzung fester Körper durch Reibung; weil auch dabey einzelne Theile

abwechselnd, bald durch äussern Druck comprimirt, bald durch ihre eigene Elastizität wieder ausgedehnt werden. — Hierher gehört endlich auch das berühmte Experiment des Grafen *Rumford*; welcher den Anguss einer Kanone unter Wasser anbohren liess, und dieses dadurch so lang es beliebte zum Sieden und Verdampfen brachte. — Man hat diese Erfahrung als den grössten Beweis für die Immaterialität des Aräons aufgestellt, weil aus der geringen Menge abgefallener Drehspäne unmöglich die fortwährende Wärmequelle zu erklären sey. Indessen erklärt sie sich sehr leicht durch das Exp. mit dem Nagel, wo der Amboss gar keine Späne verliert, und dennoch fortwährende Erhitzung gewähren kann.] (*)

§. 199. Von den hier nachgewiesenen Veränderungen der Wärmecapacität, die ein und derselbe Körper durch eine höhere Temperatur seiner Umgebung (§. 197) oder durch mechanische Ursachen (§. 198) erleiden kann, sind jedoch sehr wohl diejenigen Fälle zu unterscheiden, in welchen die mit einander in Berührung kommenden Substanzen einander zersetzen, oder sich mit einander chemisch verbinden können: denn während dort (§. 192 bis 197) bey der Berührung zweyer Körper von verschiedener Temperatur, die Temperatur des Gemenges, wenn sie auch nicht genau das Mittel hält, doch immer niedriger seyn wird als die Temp. des wärmern, und höher als die des kältern Körpers, und während die Wärmecapacität bey der mechanischen Verdichtung (§. 198) allemahl vermindert, bey der Expansion hingegen allemahl vermehrt wird; so lehrt dagegen die Erfahrung: *dass allemahl wenn chemische Vereinigung, oder Zersetzung der vermengten Körper eintritt, die Wärmecap. der neuen Producte bald grösser bald kleiner, und also auch die Temperatur bald niedriger bald höher wird, als die Wärmecap. und Temperatur beyder Zuthaten gewesen ist.*

Zahllose Experimente, oder vielmehr alle chemischen Processe ohne Ausnahme, haben längst schon die Beweise für diese Eigenschaft der Körper geliefert; aber der neuern

Zeit war es vorbehalten, das *wichtige Gesetz* zu erkennen: *dass allemahl die Entstehung chemischer Verbindungen des ersten Grades von Verdichtung und daraus folgender Wärmecapacitätsverminderung und Erhöhung der Temperatur, die Entstehung chemischer Verbindungen des zweyten Grades hingegen von Ausdehnung und daraus folgender Wärmecapacitätsvermehrung und Herabsetzung der Temperatur, begleitet ist.*

[*a*) Wird muriumsaures Gas mit Ammoniakgas zusammengemischt, so vereinigen sich diese beyden Gasarten augenblicklich zu einem weissen pulverigen festen Körper von unendlich vermindertem Umfang; indem zugleich Wärme entbunden wird. — Vermischt man concentrirte Schwefelsäure mit gleichviel Wasser, so steigt die Temperatur augenblicklich bis nahe, und nach Verhältniss der Concentration der Säure, oft auch über 100° C.; das Volumen der Mischung wird aber merklich kleiner als das Volumen beyder Zuthaten vor der Vermischung war. — Vermischt man ferner eine gesättigte wässerige Auflösung des bas. carbonsauren Kaliumoxydes mit einer ebenfalls concentrirten wässerigen Aufl. des muriumsauren Calciumoxydes, so wird Wärme entstehen, und die Mischung nach und nach mit Volumsverminderung in den festen Zustand übergehen (das *chemische Wunder* der Alten).

b) Wird hingegen Aether, Alkohol, ätherisches Oehl, oder auch Wasser, auf einer ausgedehnten Fläche vertheilt, der Luft dargebothen, so gehen alle diese Flüssigkeiten bald, mit sehr grosser Volumsvermehrung in die Luft über; indem zugleich die Temperatur verhältnissmässig herab sinket: was sich sehr wohl bemerken lässt, wenn man ein Thermometer mit Baumwolle umwindet, dann mit jenen Flüssigkeiten begiesset, und so der Luft darbiethet. — Wird ferner muriumsaures Ammoniak mit Wasser übergossen, so wird sich dieses zum flüssigen Zustande auflösen, aber zugleich die Temperatur bedeutend herabsinken. — Vermengt man ferner (n. *Döbereiner*) 118 Th. geraspeltes Zinn mit 207 Th. geraspeltem Bley, und 284 Th. gepulverten Wismuth von + 15° R. mit 1616 Th. Mercur von 14° R., so sinket die Temperatur augenblicklich auf — 8° R. herab. (*Schw.* J. XLII, 183). (Vergl. auch §. 252.)]

Solche Erscheinungen erklären sich auch ganz conse-

quent aus den vorausgeschickten Erfahrungen: denn allemahl, wenn chemische Verbindungen des ersten Grades entstehen (s. oben *a* und §. 197) wird, indem die energischere Verwandtschaft die Theilchen näher an einander bringet, die Wärmecapacität beschränkt, und also ein Theil des im zweyten Grade gebundenen Aräons ausgeschieden, und mithin Volumsverminderung und Temperaturerhöhung erfolgen müssen; während in jenen Fällen, wo Verbindungen des zweyten Grades entstehen (s. oben *b*), durch Zwischenlagerung der heterogenen Theile die Cohäsion wenigstens der einen Zuthat geschwächt, und eben dadurch die Beschränkung der Wärmecapacität vermindert und mithin diese letztere indirect gesteigert, und dadurch — weil zu deren Befriedigung nunmehr zu wenig Aräon vorhanden ist — Kälte und endlich Volumsvermehrung herbeygeführt wird. — In beyden Fällen ist jedoch die Veränderung der Temperatur nur momentan; weil sie sich allmählich entweder durch Abgabe des Aräons an die Umgebung, oder durch Aufnahme desselben aus der Umgebung ausgleichet. Auch ist es klar, dass die angezeigten Volumsveränderungen, da sie grösstentheils von der Aufnahme oder Ausscheidung des Aräons abhängig sind, nur erst vollständig hervortreten können, wenn die Temperatur bereits wieder ausgeglichen ist.

§. 200. Das vorhin erörterte Gesetz muss in der chemischen Theorie schon aus dem Grunde eine wichtige Stelle einnehmen; weil es uns das Mittel darbiethet, bey den chemischen Prozessen aus dem Steigen oder Sinken der Temperatur zu erschliessen, ob chemische Verbindungen des ersten oder zweyten Grades entstanden sind; ob das Volumen des neuen Productes grösser oder kleiner werden wird, als das aus der Summe der Zuthaten; und umgekehrt. Nur ist bey solchen Folgerungen, um unbefangen zu seyn, nicht zu vergessen, dass man in allen Fällen der (§. 199) angeführten Art, nicht mit Veränderungen der

Wärmecap. eines und desselben Körpers (die nur durch gesteigerte Temperatur und mechanische Gewalt entstehen §. 183 und 198), sondern mit den eigenthümlichen Wärmecapacitäten *neuer* erst jetzt gebildeter Körper zu thun hat.

[Auch darf man sich durch einige scheinbare Anomalien nicht irre machen lassen. So geschieht es z. B. oft, dass dieselben zwey Substanzen je nach Verschiedenheit des Mischungsverhältnisses bald eine grössere, bald eine geringere Wärmecapacität erzeugen. Man mische z. B. gleiche Maasse Alkohols und Wassers zusammen: die Temperatur wird merklich erhöhet, und nach dem Erkalten das Volumen kleiner gefunden werden. Setzt man aber dieser Mischung noch 3—4 Volumina Wasser zu, so wird die Temperatur sinken, und das Vol. grösser werden (*M. Ar.* §. 213). — Man mische eben so die Schwefelsäure mit Wasser, und dieselben Erfahrungen werden sich viel auffallender darbiethen. — Man vermische ferner gleiche Theile frisch geschmolzenes muriumsaures Calciumoxyd mit gleichen Th. Wassers, und es wird Verdichtung bis zur festen Form, Erwärmung und Volumsverminderung erfolgen; vermengt man jedoch die erkaltete Verbindung hierauf mit noch mehr Wasser, so wird sie unter bedeutendem Herabsinken der Temp. aufgelöst, und es erfolgt eine entsprechende Zunahme des Volums.

In allen diesen Beyspielen sind durch die zuerst hinzugekommene Wassermenge Hydrate, oder chem. Verb. des ersten Grades, durch die später hinzugefügte hingegen Verbindungen des zweyten Grades (Auflösungen) entstanden; daher im ersten Falle Verminderung im zweyten Vermehrung der Wärmecapac. sammt ihren Folgen. — Einige Chemiker haben aber gemeint, es gebe auch Körper, die beym Zusammenmischen Wärme entwickelten, und nachher dennoch ein grösseres Volumen einnähmen; so dass also die Abnahme des Volumens keinesweges von der Wärmeentbindung, und die Zunahme des Vol. nicht durch Wärmeaufnahme bedingt sey: und man hat in dieser Beziehung ein gewisses Verhältniss der Mischung aus Alkohol und Wasser als Beyspiel angeführt. Diess ist indessen ein Irrthum, welcher hier berührt werden muss; weil er bereits in chemische Lehrbücher übergegangen ist, und uns in unzähligen Fällen des Mittels zur consequenten Erklärung der Erscheinungen zu berauben drohet. Wenn der Alkohol auf einmahl mit sehr viel Wasser gemischt Wärme, und hier-

auf dennoch auch Zunahme des Vol. erzeugt, so liegt der Grund hiervon in dem Umstande: dass zwar der Alkohol mit seinem gleichen Volumen Wassers unter Ausscheidung von Aräon eine Verbindung des ersten Grades gebildet; dass aber diese Verbindung noch vor der Entweichung des freygewordenen Aräons mit dem übrigen Wasser eine Verbindung des zweyten Grades erzeugt hat, welche zu ihrer Volumsvermehrung weniger Aräon benöthiget, als das vorhin ausgeschiedene beträgt. So wie hier mit dem Alkohol, verhält es sich übrigens auch mit der Schwefelsäure, und mit allen Körpern, die sich mit wenig Wasser im ersten, mit mehr hingegen im zweyten Grade der chem. Anz. verbinden können. (*)

Es kommen ferner Fälle vor, wo Zersetzungen Statt finden, und neue Verbindungen des ersten Grades entstehen, und gleichwohl auch Wärmecapacitätszunahme erfolgt. So z. B. sieht man zwey feste Salze, das krystallisirte schwefelsaure Sodiumoxyd, und muriumsaure Kaliumoxyd beym Zusammenreiben in der Temperatur sinken, und zum flüssigen Zustande übergehen, obwohl dabey durch doppelte Wahlv. zwey neue Producte entstehen. Es ist aber hierbey nicht zu übersehen, dass die zwey neuen Salze einmahl aus energisch-chemischen Verbindungen (die selbst eine geringe Wärmecapac. besassen) entstanden sind, und überdem weniger Krystallwasser bedürfen, als die früheren Salze; so dass also das überflüssigwerdende Wasser einen Theil der Salze im zweyten Grade der chem. Anz. bindet, auflöset, und eben dadurch vermehrte Wärmecapac. veranlasset. — Eine ähnliche Bewandtniss hat es auch mit einer Erfahrung *Döbereiner's*, nach welcher 816 Th. Bleyamalgam (aus 404 Mercur und 412 Bley) von 16° R. mit 688 Th. Wismuthamalgam (aus 404 Mercur und 284 Wismuth) ebenfalls von 16° R., beym Zusammenreiben auf — 1° R. herabsanken, und vom festem zum flüssigen Zustande übergingen. (*Schw.* J. XLII, 188). (*)

Ein höchst merkwürdiges Beyspiel dieser Art ergibt sich insbesondere, wenn das Hydrogengas mit dem Oxygengas auf irgend eine Weise zur chemischen Verbindung veranlasset wird (§. 175); denn es zeigt sich dabey, dass aus diesen beyden Gasarten unter beträchtlicher Wärmeentbindung und Verminderung des Volumens bis auf $1/_{1700}$, Wasser entstehet: dessen Wärmecapacität aber gleichwohl nachher grösser gefunden wird, als die Wärmecapacitäten des Hydrogengas und Oxygengas gewesen sind. Dieses Versuches muss hier hauptsächlich aus dem Grunde erwähnt werden, *weil er in neuerer Zeit selbst sehr erfahrne Chemiker auf*

Irrwege geführt hat, und einen Hauptpfeiler des chemischen Lehrgebäudes ohne Grund umzustürzen droht. — „Man hat „nähmlich so argumentirt: das Wasser hat eine grössere Wärme- „capac. (oder mehr specifischen Wärmestoff) als das Hydrogen- „und Oxygengas; es hätte also, wenn die bisherige Wärmelehre „wahr wäre, bey der Vereinigung jener Gasarten Kälte entstehen „sollen; weil diess nun nicht geschehen ist, so muss auch jene „Wärmelehre unrichtig seyn.“ Dieser Schluss ist indessen ganz irrig, und er würde nicht gezogen worden seyn, wenn man sich die Mühe genommen hätte, mit der Lehre von den Aräoiden, so wie sie der Verfasser bereits im J. 1820 bekannt gemacht hat, vertraut zu werden. Denn man würde sodann eingesehen haben, dass sich jene beyden Gasarten, das Oxygen- und Hydrogengas, nicht als solche, sondern nur erst, wenn sie bereits viel Aräon verloren haben, d. i. als niedrigere Aräoide (§. 171) mit einander zu Wasser verbinden; dass man also bey jenem Schlusse die Wärmecapac. dieser niedrigeren Aräoide, und nicht die des Oxygen- und Hydrogengases hätte in Beziehung nehmen sollen; dass aber überhaupt die Wärmecapacitäten dieser niedrigen Aräoide noch gar nicht bekannt sind, jedoch ohne Zweifel grösser seyn werden, als die des Wassers; und dass endlich die ganze Wärmecapacitätslehre nur in den Verbindungen des Aräons im zweyten Grade der chem. Anz. ihren Spielraum findet: so zwar, dass allemahl, wenn zwey Aräoide zersetzt, und ihre Reste miteinander vereinigt werden, von ganz neuen Producten die Rede ist; die eben sowohl eine grössere oder geringere Wärmecapac. erlangen können, als wir es nicht selten sehen, dass im Wasser sehr auflösliche Substanzen eine schwer auflösliche, oder schwer auflösliche Zuthaten eine im Wasser leicht auflösliche Verbindung erzeugen. (*)

Eine ähnliche Bewandtniss hat es auch mit einem Versuche *Faraday's*, vermöge welchem ein Thermometer, wenn dessen Kugel in Berührung mit azotsaurem Kaliumoxyd mit Leinwand umwunden, und hierauf dem Wasserdampf von 100° C. ausgesetzt wird, bis auf 111° C. steiget; obwohl hier nur eine Verbind. des zweyten Grades entstehet, nähmlich eine concentrirte Auflösung des Salzes. — Auch diese Erscheinung kann aber nichts gegen das Gesetz beweisen; weil der Wasserdampf nicht als solcher in die Verbindung eingegangen, sondern vorher in Wasser und Aräon zersetzt worden ist. (*)

Es kommen endlich auch noch seltene Fälle vor, wo man die Volumsverminderung bey der Bildung energisch-chemischer Verbindungen bisher eben so wenig nachweisen kann, als eine

Temperaturerhöhung; z. B. wenn sich das sogenannte Stickgas mit Oxygengas zu atmosphärischer Luft = Ȧ + Ä verbindet. Solche Fälle stehen ohne Zweifel schon auf der Gränze des Gesetzes (§. 3), und bey diesem Beyspiele ist insbesondere nicht zu übersehen, dass man hier mit dem Azot zu thun hat; welches sich gerade dadurch von allen andern Stoffen auszeichnet, dass es das Aräon sehr festhält, und also selbst in höhere Zusammensetzungen meistens als höheres Aräoid aufgenommen wird.]

§. 201. Die Lehre von der Wärmecap. der Körper ist bisher mehr ein Gegenstand der Curiosität, als der nützlichen Anwendung gewesen. Wenn sich jedoch *Dalton's* frühere Angabe, und *Dulong's* und *Petit's* spätere Untersuchungen bestätigen; so kann sie eines der wichtigsten Hülfsmittel des theoretischen Chemikers werden. Jene Gelehrten glaubten nähmlich zu finden, dass die spec. Wärme der Körper mit ihren Atomgewichten im umgekehrten Verhältnisse stehe, und mithin auf diesem Wege die Atomgewichte der Körper controllirt, oder sogar auch gefunden werden könnten.

Dieser Voraussetzung nach muss also, wenn man die Wärmecap. der verschiedenen Stoffe mit ihrer Atomzahl multiplicirt, immer dasselbe Resultat zum Vorschein kommen; was indessen bis jetzt noch bey mehrern Stoffen nicht zutrifft. (*M. At.* I. 244).

B. Darstellung des Aräons.

§. 202. Da den vorausgeschickten Erörterungen zu Folge alle Körper Aräoide sind, oder doch Aräoide enthalten, diese aber, ganz den allgemeinen Gesetzen der chem. Anz. gemäss, aus Aräon und andern Stoffen zusammengesetzt sind; so folgt daraus, dass solche Verbindungen auch eben so, wie viele andere chem. Verbindungen durch Stoffe, welche einem oder dem andern Bestandtheile näher verwandt sind, zersetzbar seyn müssen, und mithin das Aräon unter angemessenen Umständen und Vorkehrungen auszuscheiden ist. Diese Zersetzungen werden sich jedoch in so ferne

anders modificiren wie bey andern Körpern, als sich das Aräon, weil es alle Räume ausfüllet, immer nur zum Theil und niemahls gänzlich von andern Körpern abscheiden lässt. Die Methoden zur Ausscheidung des Aräons beruhen übrigens zum Theil auf der Zersetzung der Aräoide (§. 171), zum Theil auf der Zersetz. der Verbindungen desselben im zweyten Grade der chem. Anziehung (§. 181).

§. 203. Aus den Verbindungen des Aräons im zweyten Grade der chem. Anz. lässt sich das Aräon auf zwey Wegen abscheiden, nähmlich durch Compression (§. 198), und dadurch, dass man zwey solche Verbindungen im ersten Grade der chem. Anziehung mit einander verbindet, und mithin, weil die neue Verbindung eine geringere Wärmecapacität erlangt, das überschüssig werdende Aräon ausgeschieden wird (§. 99). — Aber es liegt vor Augen, dass auf solchen Wegen die Gewinnung des Aräons in den meisten Fällen zu umständlich, und zu kostspielig wäre.

Viel ausgiebiger ist dagegen die Ausscheidung des Aräons, wenn man seine Verbindungen des ersten Grades, und nahmentlich die höheren Aräoide zersetzt (§. 171); und am allerausgiebigsten, wenn diess mit den höheren Aräoiden des Oxygens, im Wege des weiter unten (unter Oxygen) noch vorkommenden *Verbrennungsprocesses* (§. 267) geschieht; denn es werden hierbey meistens neue Producte aus niedrigern Aräoiden und von sehr verminderter Wärmecapacität gebildet, und also nicht selten bedeutende Mengen des sowohl im ersten als im zweyten Grade der chem. Anz. gebundenen Aräons zugleich in Freyheit gesetzt.

§. 204. Handelt es sich insbesondere um die Aufgabe, das Aräon isolirt in einem Gefässe eingeschlossen vorweisen zu können, so sind wir allerdings sehr schlimm daran, weil jener feine Stoff alle Körper durchdringet. Allein ganz unmöglich ist die Lösung dieser Aufgabe keinesweges, sobald man den Gegenstand ohne Vorurtheil ansieht wie er ist. — Wir können das Aräon freylich nicht in Gefässe

einschliessen, weil es durch ihre Wände entweichet; aber nichts hindert uns, mit unsern Gefässen alle andern Körper *auszuschliessen*, so zwar, dass jene eben darum nur das Aräon enthalten. — *a*) Man fülle zu dem Ende eine mit einem Hahne und daran befestigten 32 Zoll langen Glasrohr versehene Flasche mit Mercur, und stürze sie hierauf mit der Mündung des Rohres in ein Gefäss, welches etwas Mercur enthält. Das Mercur wird sogleich in das untere Gefäss austreten, während das Aräon der Umgebung die Seitenwände der Flasche durchdringet: und wenn man hierauf den Hahn verschliesset, so hat man eine Flasche voll Aräon; welches höchstens mit etwas verdampftem Mercur verunreiniget ist, und sich in solchem Zustande der Verdichtung befindet, dass es der Spannung des ausserhalb der Flasche vorfindigen Aräons das Gleichgewicht hält *). — *b*) Oder, man ziehe mittelst der Luftpumpe die Luft aus einer Flasche so lange aus, bis das Barometer auf 0 sinket; wobey gleichfalls das Aräon in die Flasche dringen, und nur mit wenig Luft verunreiniget seyn wird u. s. w. —

*) *Clement* und *Desormes* haben aus ihren Versuchen geschlossen, dass in einem solchen Gefäss bey 12½° C. äusserer Temp. so viel Aräon enthalten sey, als zur Erhitzung eines gleichen Volums Luft von 12½° C. bis auf 114° C. hinreiche. — Andere dagegen glauben durch einen Versuch *Gay-Lussac's* — welcher in den luftleeren Raum eines Barometers ein sehr empfindliches Thermometer brachte, dann durch Neigung das Mercur plötzlich steigen und fallen liess; aber bey der daraus folgenden Vergrösserung und Verkleinerung des leeren Raumes keine Veränderung des Thermometers bemerkte — erweisen zu können, dass in jenem Raume keine eigenthümliche Wärme (?) existire. Dieses wird jedoch durch *G. Lussac's* Versuch keineswegs erwiesen; weil das Aräon, beym Steigen und Fallen des Mercurs sehr wohl durch die Glasröhre aus- und eintreten kann, und wenn diese auch einige Verzögerungen bewirkt, leichter durch die starke Säule des Mercurs ab- und zugeleitet wird, ehe es noch die Glasmasse des Thermometers zu durchdringen vermag. (✳)

c) Oder man erhitze eine Flasche, indem man sie nach und nach ins Feuer bringet, d. i. in sehr verdichtetes, eben frey werdendes Aräon eintauchet, bis zum Glühen; wobey das Aräon gleichfalls durch die Seitenwände eindringen, sich mit der Luft verbinden und durch die Oeffnung der Flasche so lange ausströmen wird, bis letztere nur noch Aräon enthält, und diess zwar (§. 183) in demselben Zustande der Verdichtung enthalten wird, als das die Flasche umgebende Aräon verdichtet ist; und diese Verdichtung wird auch so lange andauern, als man die Flasche nicht vom Feuer entfernt.

[Alle hier (*a b* und *c*) angeführten Vorgänge lassen sich übrigens auch mit andern Körpern wiederholen, sobald man dieselben Umstände herbeyführet.

α) Für den Fall *a* nehme man statt einer gläsernen eine Flasche von porösem, dem Wasser durchdringlichen gebranntem Thone, und verrichte dann das Umstürzen der Flasche unter trübem Wasser; und es wird nun, indem das Mercur ausfliesset, die Flasche mit reinem Wasser gefüllt werden.

β) Für den Fall *b* fülle man die poröse Flasche mit Wasser, welches aufgeschlämmten Lehm enthält, setze sie sodann in ähnliches Wasser, und pumpe endlich den Inhalt der Flasche aus. Anfangs wird die Pumpe die eingefüllte trübe Flüssigkeit, dann weniger getrübte, und endlich reines Wasser geben; weil dieses durch die porösen Wände der Flasche eindringet, und diese endlich ganz erfüllt, während der gröbere Lehm nicht eindringen kann.

γ) Für den Fall *c* endlich fülle man das poröse Gefäss mit dickem Zuckersyrup, setze es sodann in ein Wassergefäss dergestalt ein, dass dessen Ausmündung durch die Wand in die Atmosphäre mündet, und giesse endlich so viel reines Wasser auf, dass ein hoher Druck entstehet. Durch diesen Druck wird das Wasser ohne Zweifel in das poröse Gefäss eindringen, den Syprup auflösen, und so lange ausfliessen, bis zuletzt reines Wasser abfliesset, und also auch das ganze innere Gefäss damit erfüllt ist.

In jenem Falle (*b*) wo man die Luft auspumpet, pflegt man die Flasche hierauf, anstatt mit Aräon gefüllte, eine *luftleere Flasche*, und den innern Raum derselben, statt mit Aräon gefüllten, einen *leeren Raum* zu nennen; welche Benennungen aber ganz falsch sind, weil man sie nicht von dem was da ist, son-

dern von dem was nicht mehr da ist, abgeleitet hat. — Wären sie richtig, so müsste man sodann consequent die mit Aräon gefüllte Flasche bey *a* eine *mercurleere* Flasche, und ihren innern Raum einen *mercurleeren Raum* nennen; und eben so müsste die mit Wasser gefüllte Flasche im Falle *α* eine *mercurleere*, im Falle *β* eine *lehmwasserleere*, und im Falle *γ* endlich eine *syrupleere Flasche* u. s. w. heissen: was jedoch zu thun niemanden einfallen wird.] (*)

C. Bewegungen des freyen Aräons.

§. 205. Das Aräon im freyen Zustande, und wenn es bereits Zeit gehabt hat sich auszudehnen, kann — bey seiner unendlichen Feinheit — weder selbst viel wirken, noch den Wirkungen anderer Körper viel Widerstand leisten. Wie es jedoch auf was immer für Wegen aus seinen Verbindungen abgeschieden wird, so befindet sich dasselbe im Augenblicke der Befreyung allemahl in jenem Zustande der Verdichtung, zu welchem es früher schon durch die chemische Verwandtschaft verdichtet worden war, und die erste Aeusserung desselben nach seiner Entbindung wird also immer die *Ausdehnung* seyn: denn es wird sich durch seine grosse Expansivkraft nach allen Richtungen, und so lange ausdehnen müssen, bis es mit dem den Raum ausfüllenden Aräon der Umgebung in gleicher Spannung (§. 183), oder im Gleichgewichte stehet. Eben in dieser Ausdehnung ist nun aber eine grosse Anzahl höchst auffallender Erscheinungen begründet; die das Aräon zum merkwürdigsten und einflussreichsten aller Stoffe erheben, und den Scharfsinn des aufmerksamen Beobachters in hohem Maasse in Anspruch nehmen.

§. 206. Wird das Aräon in einem Zustande der Verdichtung ausgeschieden, welcher die Verdichtung des in der Umgebung vorfindigen Aräons nur wenig übersteiget; so wird dasselbe auch nur eine verhältnissmässig schwache Expansivkraft äussern können, sich also langsam ausdehnen, und allmählich die benachbarten Körper durchdrin-

gen. Diesen Uebertritt des freygewordenen Aräons in und durch andere Körper hat man die *Wärmeleitung* (Leitung der Wärme) genannt, die durchströmten Körper aber *gute* oder *schlechte Wärmeleiter;* je nachdem sie dem Durchgang des in der Ausdehnung begriffenen Aräons weniger oder mehr Schwierigkeiten entgegensetzen.

[Man übersehe nicht die unpassende Benennung, nach deren Analogie ein Körper, welcher das Wasser leicht durchlässt, ein *guter Wasserleiter* heissen würde, u. s. w.]

Dieser Unterschied in der Wärmeleitungsfähigkeit der Körper zeigt sich schon deutlich, wenn man gleich dicke und gleich lange Stäbe aus Eisen, Glas, und trockenem Holz mit einem Ende ins Feuer legt, das andere hingegen mit den Händen anfasset; wobey es sich sogleich zeiget, dass das Eisen das Aräon besser leitet als das Glas, und dieses besser als das Holz: denn das Aräon wird durch das Eisen sehr bald in die Hand überströmen; während der Glasstab viel später bis zu der von der Hand berührten Stelle, dass Holz aber, während es an dem einen Ende schon verbrennt, an dem andern kaum merklich erwärmt werden wird.

[Nach *Franklin* kann die Wärmeleitungsfähigkeit der Körper auch relativ gemessen werden, wenn man aus den zu vergleichenden Stoffen gleich lange Stäbe verfertiget, sie dann alle mit Wachs gleich dick überziehet, und an dem einen Ende gleich stark erhitzt: denn das Abschmelzen des Wachses wird an den bessern Wärmeleitern schneller erfolgen als an den schlechtern, und nach der Länge, bis zu welcher es in gleicher Zeit fortschreitet, wird folglich auch die Wärmeleitungsfähigkeit jener Stoffe zu beurtheilen seyn.

Durch genaue Versuche fand *Desprelz* die relative Wärmeleitungsfähigkeit, die des Goldes = 1000,0 angenommen folgendermaassen:

Gold = 1000,0	Eisen = 374,3	Marmor = 23,6
Silber = 973,0	Zink = 363,0	Porzellan = 12,2
Kupfer = 898,0	Zinn = 303,9	Mauersteinthon = 11,4
Platin = 381,0	Bley = 179,6	

(*Annal. de Chim. et de Phys.* 1827. *Dec.* 422.)]

Nach den bisherigen Versuchen kann man übrigens schliessen, dass die Wärmeleitungsfähigkeit auch bey allen andern Körpern verschieden, und wahrscheinlich nicht bey zweyen vollkommen gleich sey. Auch ergibt sich aus der Erfahrung das merkwürdige Resultat, *dass die Körper die Wärme um so besser leiten, je dichter sie sind.* Die besten Leiter sind nähmlich die *Metalle.* Unter den übrigen festen Körpern leiten wieder die *unorganischen* besser als die *organischen*, z. B. Wolle, Haare, Seide; die schlechtesten Wärmeleiter endlich sind die *flüssigen Körper*, und unter diesen wieder die *tropfbarflüssigen.*

[Die geringe Wärmeleitungsfähigkeit der Flüssigkeiten wird erwiesen, wenn man ein cylinderisches Gefäss mit Wasser füllet, in dieses ein Thermometer umgekehrt so einsetzet, dass dessen Kugel nur eine Linie unter die Oberfläche des Wassers eingetaucht ist, dann etwas Aether auf das Wasser giesset, und anzündet; denn dieser wird längere Zeit fortbrennen ehe das Thermometer zu steigen anfängt.]

§. 207. Dieser Angabe widerspricht die Leichtigkeit, mit welcher sich die Flüssigkeiten meistens erwärmen lassen, wenn sie von unten, z. B. in einer Pfanne, erwärmt werden, keinesweges; denn in solchem Falle werden die untern Theile zunächst von der sie berührenden Pfanne Aräon empfangen, und weil sie dadurch spec. leichter oder minder dicht geworden sind, von den obern, kältern, also dichtern und schwerern Theilen immerwährend verdrängt: so zwar, dass *Strömungen* der erwärmten Theile nach oben, und der kältern nach unten entstehen, die die Erwärmung der ganzen Flüssigkeit viel schneller herbeyführen, als es durch die Wärmeleitung allein geschehen könnte; welche letztere daher auch bey den Flüssigkeiten kaum mit einiger Annäherung zu bemessen ist.

[Diese Strömungen beweiset schon der Umstand, dass wenn ein Gefäss mit Wasser auf das Feuer gesetzt wird, die Erwärmung immer zuerst an der Oberfläche des Wassers wahrzunehmen ist, und nur allmählich abwärts fortgesetzt wird; so dass

die untern Schichten zu allerletzt warm werden. Diess lässt sich schon durch das Gefühl, bestimmter aber durch Thermometer nachweisen; welche in verschiedenen Höhen in dem Gefässe angebracht sind. — Sichtbar zeigen sich aber die Strömungen, wenn man ein cylindrisches Glas mit rundem Boden bis zur Hälfte mit durch Lakmus blau gefärbtem Wasser, und über diesem, so vorsichtig, dass beyde unvermischt bleiben, mit reinem Wasser füllet, und hierauf die eine Hälfte vom Boden des Gefässes langsam erhitzt: denn man wird nun deutlich bemerken können, dass auf einer Seite das blaue Wasser aufsteiget, während auf der andern das ungefärbte niedersinket. Auch verkleinerter Bernstein in das zu erhitzende Wasser gestreuet machet die Ströme sichtbar, weil er mit bewegt wird.

Aehnliche Strömungen erzeugen sich auch bey der Erwärmung der Luft; wie man an den Bewegungen des von der Luft mitgerissenen Staubes im Lichtstrahle, und auch dann deutlich bemerkt, wenn eine heisse eiserne Kugel auf ein Stativ gelegt, und in ihrer Umgebung feiner Staub in die Luft zerstreut oder Rauch erzeugt wird. —]

§. 208. Wenn nun aber auf solche Weise die Erwärmung der Flüssigkeiten grösstentheils nur dort Statt findet, wo sie das dem Feuer ausgesetzte Gefäss berühren; so folgt daraus zugleich, dass die Erwärmung in dem Maasse rascher vor sich gehen wird, als die Flüssigkeit mehr Berührungspuncte mit dem Gefässe findet, und die Masse dieses letztern selbst ein besserer Wärmeleiter ist.

[Aus diesem Grunde lässt sich eine Flüssigkeit schneller in metallenen als in irdenen Gefässen erhitzen, und bey gleichem Material, und gleicher Menge Flüssigkeit in gleichem Maasse schneller, als ein Gefäss das Feuer und die Flüssigkeit auf einer grössern Fläche berührt. Daher geschieht die Erwärmung auch bey demselben metallenen Gefässe schneller, wenn einige Metallstücke in die Flüssigkeit gelegt, oder einige Metalldrähte von einer Wand zur andern gezogen werden; daher wärmt ein Ofen mit grösserer, oder rauherer Oberfläche besser: weil in allen diesen Fällen die Berührungsfläche vermehrt worden ist.]

§. 209. Wird hingegen (§. 206) das Aräon aus seinen Verbindungen im Zustande einer höhern Verdichtung aus-

geschieden, und ist dabey das in der Umgebung den Raum ausfüllende Aräon viel weniger verdichtet; so geschieht die Ausdehnung auch viel schneller, und mit um so grösserer Energie, als der in der Umgebung vorwaltende Widerstand geringer ist.

Befindet sich dabey der Körper, aus welchem das verdichtete Aräon ausgeschieden wird, in irgend einer Gasart, z. B. in der atm. Luft eingetaucht; so nimmt die Expansivkraft desselben sogleich überhand, und es strömt daher mit grosser Schnelligkeit und in geraden Linien oder Strahlen, nach allen Richtungen aus: eine Erscheinung, die man das *Strahlen der Wärme* genannt, und um derentwillen man auch dem in der Ausströmung begriffenen Aräon, den Nahmen der *strahlenden Wärme* beygelegt hat. Die Strahlung wird aber um so lebhafter vor sich gehen, je verdichteter das Aräon gewesen ist, und zum Beweise, dass sie nur eine Folge der vorausgegangenen Verdichtung sey, mit der Entfernung immer mehr abnehmen, bis sie endlich in die gewöhnliche Wärmeleitung übergehet: die daher von der Strahlung nur durch eine geringere Intensität der Bewegung verschieden ist.

[Ein Beyspiel der Strahlung gibt jeder geheitzte Ofen, oder auch eine erhitzte eiserne Kugel, die in der Luft aufgehangen wird; denn wir können uns an beyden schon durch das Gefühl von der strahlenden Beweguug überzeugen. — Die Strahlung kann auch sichtbar dargestellt werden, wenn man von einer, mit comprimirter Luft erfüllten Kugel eine, dicht an der Kugel durch einen Hahn verschliessbare gebogene, und an ihrem Ende mit höchst feinen Poren versehene (übrigens aber verschlossene) Röhre auslaufen lässt, den abgebogenen Theil in ein grosses Gefäss voll Wasser tauchet und dann den Hahn öffnet: denn die verdichtete Luft wird sich nun schnell ausdehnen, und durch jene Poren strahlend auf eine im Wasser sichtbare Weise ausströmen.]

§. 210. Trifft aber das ausgeschiedene und noch strahlende Aräon (§. 209) auf irgend einen festen Körper, so ist der Erfolg nach der verschiedenen Beschaffenheit des-

selben ebenfalls verschieden. Ist nähmlich die Oberfläche eines solchen Körpers undurchsichtig, dicht und eben, wie z. B. polirte Metalle; so wird das Aräon nur zum Theil hindurch geleitet, zum Theil aber, so wie wir dieses bey den Lichtstrahlen noch deutlicher wahrnehmen, *reflectirt* (zurückgeworfen): ein Erfolg, der ohne Zweifel von der Elasticität des freyen Aräons abhängig ist, und den man am besten bemerken kann, wenn das strahlende Aräon in schiefer Richtung auf einen Hohlspiegel fällt, dessen Brenpunct durch eine Zwischenwand von der Quelle der Strahlung isolirt ist; denn man wird ein in diesem Brennpuncte befindliches Thermometer bald steigen sehen; weil der Hohlspiegel die Strahlen des Aräons nach denselben Gesetzen sammelt, wie man sie bey den Lichtstrahlen längst schon erkannt hat.

[Ja selbst auch bey viel gröbern Stoffen kann man die Reflection noch wahrnehmen, z. B. bey der Luft, wenn sie in heftigen Strömungen als Wind auf eine Fläche trifft; denn sie wird in solchem Falle in veränderten Richtungen zurückströmen: die zwar nicht so scharf bestimmt sind als bey der Reflection des Lichtes und Aräons; was sich indessen aus der grössern Dichtheit und Schwere der Luft sehr wohl erklären lässt.]

Die Fähigkeit zu strahlen und reflectirt zu werden, ist übrigens — als Folge der grossen Abstossung der Theilchen — ohne Zweifel nur dem Aräon eigen: denn in allen Körpern welche diese Eigenschaften an sich tragen, erweiset sich die Anwesenheit desselben als Bestandtheil.

[Sehr schön wird die Reflection des Aräons erwiesen, wenn man zwey Brennspiegel einander genau gegenüber in nicht zu grosser Entfernung aufstellt, und in den Brennpunct des einen eine erhitzte Kugel, in den des andern hingegen ein Thermometer aufhänget: denn man wird, ohne die Erwärmung im Mittelpunct zwischen den beyden Spiegeln wahrzunehmen, dennoch bald das von der heissen Kugel entferntere Thermometer steigen sehen; weil das von der Kugel ausstrahlende Aräon durch den einen Spiegel aufgefangen, dem entgegengesetzten Spiegel zugeworfen, und von diesem auf das Thermometer verdichtet

wird. — Dieser Versuch ist hauptsächlich darum merkwürdig, weil er die Naturforscher beynahe auf Irrwege geleitet hätte. Man hatte nähmlich bey einem Versuche in den Focus (Brennpunct) des einen Spiegels ein Thermometer, in den des andern hingegen ein Stück Eis gelegt, und wahrgenommen, dass nunmehr das Thermometer ein schwaches Sinken zeigte. Hieraus zog man nun die Folgerung, dass ausser dem *Wärmestoff* auch noch ein *Kältestoff* existire; welcher dem Wärmestoff in seinem Wesen ganz entgegengesetzt, aber gleichfalls der Strahlung fähig sey, und in diesem Versuche von dem Eise ausstrahle, und wie der Wärmestoff durch die Wirkung der Spiegel auf das Thermometer concentrirt werde, u. s. w. Dieser abentheuerlichen Theorie setzten mehrere Naturforscher eine andere entgegen; vermöge welcher alle Körper, wie kalt oder wie warm sie auch seyn mögen, unaufhörlich Wärme ausstrahlen, und also das Thermometer gegenüber dem Eise nur darum sinket, weil es in gleicher Zeit mehr Wärme ausstrahlet als es vom Eise wieder zurückerhält. Dass auch diese Ansicht im Prinzip verfehlt sey, wird man leicht einsehen, wenn man bedenkt, dass ein kälterer Körper gegenüber dem wärmeren unmöglich strahlen kann. — Sehr einfach erklärt sich jedoch diese Erscheinung, wenn man das Phänomen allgemeiner auffasset, und auf den Satz reducirt: *wenn in den einen Brennspiegel ein wärmerer, in den andern ein kälterer Körper gebracht wird; so wird der wärmere Körper Aräon ausstrahlen, der kältere hingegen absorbiren;* denn man wird sodann leicht einsehen, dass die angeführten beyden Versuche nur auf einen hinauslaufen: mit dem Unterschiede jedoch, dass dabey einmahl die heisse Kugel, das anderemahl das Thermometer den wärmeren, und also auch einmahl das Thermometer, und einmahl das Eis den kältern Körper vorgestellt hat.] (*)

§. 211. Ist hingegen ein dem strahlenden Aräon ausgesetzter Körper zwar fest und an seiner Oberfläche glatt, aber durchsichtig, z.B. Glas; so werden die Strahlen des Aräons grösstentheils unverändert hindurchgelassen, und eben so wie das Licht *gebrochen;* ja sie lassen sich sogar, wenn das Glas eine zweckmässig linsenförmige Gestalt besitzt, gleich dem Lichte concentriren: obwohl bey gleicher Verdichtung für unser Auge nicht so grell wahrnehm-

bar wie das Licht; aus Ursachen die weiterhin (beym Licht) noch vorkommen werden.

§. 212. Fällt endlich das strahlende Aräon auf feste Körper, die eine rauhe Oberfläche und auch Masse genug besitzen, um die Durchstrahlung verhindern zu können; so wird die Elastizität und strahlende Bewegung des Aräons grösstentheils aufgehoben, das Aräon rasch absorbirt, und es findet nun nur die gemeine Wärmeleitung Statt. — Die Wärmeleitung fester Körper unterliegt übrigens auch noch eigenen Modificationen, die von der Beschaffenheit ihrer Oberfläche abhängig sind. Ein und derselbe Körper leitet nähmlich besser oder schlechter, je nachdem seine Oberfläche rauh oder glatt ist.

[Besser leitet z. B ein rauher eiserner Ofen, weil eben durch diese Rauheit dessen leitende Oberfläche vergrössert worden ist (§. 208). Er leitet schlechter wenn er polirt wird; weil durch die Politur einerseits die leitende Oberfläche selbst vermindert wurde, andererseits aber die Theilchen des Eisens einander näher gebracht worden sind, und mithin den Durchgang des Aräons erschweren müssen.]

§. 213. Warum ein Körper ein besserer Wärmeleiter sey als der andere, ist zwar zur Zeit noch nicht genau erforscht; doch lässt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit annehmen, dass hier zwey Ursachen zum Grunde liegen: die Masse nähmlich und die Dichtheit der Körper. Durch mehr Masse wird eine grössere Menge des Aräons im zweyten Grade der chem. Verw. angezogen, und um die Theilchen in dichtern Atmosphären angesammelt; wobey in gleichem Raume mehr Aräon dargebothen, und eben darum die Leitung befördert wird: wie der Umstand, dass gerade die dichteren Körper auch die bessern Leiter sind, sattsam erweiset. Durch eine grössere Dichtheit der Körper wird im Gegentheil, unter übrigens gleichen Umständen, das Durchströmen des Aräons (die Leitung der Wärme) wieder erschwert; was dadurch bewiesen wird, dass eine und die-

selbe Masse im rohen Zustande besser leitet, als wenn sie gehämmert oder polirt worden ist (§. 212).

[Gegen diesen, durch die Erfahrung bestätigten Satz kann die Einwendung: dass also minder dichte Körper besser leiten sollten als dichtere, nicht streiten; denn die lockern Körper haben weniger Masse, und folglich auch weniger Anziehung zum Aräon. Dass übrigens die Dichtheit der Körper der Leitung und der Ausstrahlung des Aräons hinderlich seyn könne, zeiget sich sehr auffallend, wenn eine metallene Kugel bis zum Glühen erhitzt wird (§. 163. Anm.).]

§. 214. Den hier (§. 205—213) beschriebenen Bewegungen des im verdichteten Zustande frey gewordenen Aräons ganz entgegengesetzt, erscheinen uns jene Bewegungen desselben, die sich wahrnehmen lassen, wenn in irgend einem Raume plötzlich viel Aräon absorbirt (Kälte erzeugt) worden ist (§. 199): denn in solchem Falle wird in diesem Raume, und in den Körpern, die ihn etwa ausfüllen, das Aräon nunmehr minder verdichtet seyn; die darin vorfindigen Körper werden daher weniger Aräon haben, als sie vermöge ihrer Verwandtsch. des zweyten Grades binden könnten; sie werden mithin (§. 181 und 199) der ganzen Umgebung das Aräon so lange entziehen, bis sie mit derselben eine gleiche Temperatur erlangt haben; und dieser Uebergang wird auch, je nach der Grösse der vorwaltenden Differenz, entweder im Wege der Wärmeleitung oder durch Strahlung Statt finden, indem das Aräon in jenen Raum wie in einen leeren Raum *einstrahlen* wird. — Es ist leicht einzusehen, dass also die Bewegungen des Aräons in allen Fällen dieselben sind, und immer nur darauf beruhen, dass dieses Fluidum durch sein Streben nach Gleichgewicht von den wärmern zu den kältern Körpern übergehet; dass also alle Unterschiede nur von dem Umstande abhängig sind, ob man bey der Beurtheilung den kältern oder wärmern Körper als die Hauptsache ins Auge fasset. Man hat daher alle Ursache vorsichtig zu seyn, wenn man nicht irren will (§. 209).

D. Wirkungen des freyen Aräons auf andere Körper.

§. 215. Wie nun das Aräon im verdichteten Zustande aus seinen Verbindungen ausgeschieden wird, so wirket dasselbe auch sogleich durch seinen Uebergang zur grössern Ausdehnung auf alle benachbarten Körper mächtig ein; indem es nach Verhältniss seiner eigenen Spannung, mit mehr oder weniger Heftigkeit in dieselben eindringet, um ihre Theilchen (im zweyten Grade der chem. Anz.) grössere oder kleinere Atmosphären bildet, diese Theilchen dadurch von einander entfernt, und so alle Körper ohne Ausnahme mehr oder weniger in grössere Räume ausdehnet (§. 180).

§. 216. Ungleiche Körper werden jedoch nach verschiedenen Gesetzen ausgedehnt, und erleiden eben darum bey gleichem Wechsel in der Temperatur (§. 183 und 197) ungleiche Volumsveränderungen. —

[So wird z. B. nach *Dalton*, bey der Erhitzung von 0 bis zu 100° C. das Wasser um 0,0466; das Salzwasser um 0,0500; das Schwefelsäureh. um 0,0600; der Weingeist (von 0,817 Dicht.) um 0,1100; der Aether um 0,0700; das fette Oehl um 0,0800; das Mercur um 0,0200 des vorigen Volums ausgedehnt.

Eben so wird in der linearen Ausdehnung, beym Erhitzen von 0 bis zu 100° C. das Flintglas um $^1/_{1248}$, das Steingut um $^1/_{1200}$, das Antimon um $^1/_{923}$, das Zink um $^1/_{340}$, das Eisen um $^1/_{812}$ seiner ganzen Länge länger. (*M. Handb.* II. 842; — *Dingler's* p. J. XLIII. 217. — *Schw.* J. XXV. 304. 355. — *Gilb.* Ann. LVIII. 254.)]

Ja ein und derselbe Stoff wird bey gleichen Intervallen in der Temperatur durch die ganze Stufenleiter ihres möglichen Wechsels nicht gleiche Volumsveränderungen zeigen; wie wir deutlich bemerken müssen, sobald wir die erwärmten Körper aus dem richtigen Gesichtspuncte, d. i. als Verbindungen des Aräons betrachten, in welchen das Aräon verdichtet, der andere Bestandtheil hingegen ausgedehnt ist: denn es wird uns klar werden, dass in sol-

chen Verbindungen die Verdichtung oder Ausdehnung immer proportional seyn müsse, dem gegenseitigen Massenverhältnisse beyder Bestandtheile. Tritt also viel Aräon mit einer kleinen Menge eines andern Körpers *A* in Verbindung, so wird nur eine geringe Verdichtung des Aräons erfolgen können, weil sie von der geringen Menge des *A* abhängig ist: welches mithin auch selbst nur eine geringe Volumsvermehrung wird erleiden können. Ist hingegen *A* im Uebermaass und nur wenig Aräon vorhanden, so wird das Aräon wieder nur eine kleine Volumsverminderung erleiden können, weil es an sich wenig ist; daher es denn auch das *A* wenig ausdehnen kann. Ist aber endlich das Verhältniss ein mittleres, so wird — weil nun alle Theilchen von *A* die angemessene Menge von Aräon finden — die Mischung den höchst möglichen Grad der Verdichtung erleiden: eine Wahrheit die sich auch bey den Verbindungen aus höher zusammengesetzten Substanzen allemahl bestätiget, und zugleich *a priori* den Beweis liefert: dass bey gleichen Intervallen der Temperatur nicht durch die ganze Stufenleiter gleiche Verdichtungsunterschiede Statt finden können; sondern dass diese von dem einen Extrem gegen das mittlere Mischungsverhältniss hin immer zunehmen, von da an gegen das andere Extrem hin wieder abnehmen, und endlich — obwohl im Ganzen die Mischung immer dünner wird — dennoch eine parabolische Progression bilden müssen. Der Punct der grössten Verdichtung wird aber ohne Zweifel, da diese von der chemischen Anziehung abhängig ist, bey jedem eigenthümlichen Körper ein anderer seyn; wodurch wieder eine eigene Quelle der Naturthätigkeit begründet ist.

[Die von einigen Naturforschern angenommene Meinung, dass zwey grosse Classen von Körpern, die festen und die gasförmigen nähmlich, bey gleichen Veränderungen in der Temperatur auch gleichförmig ausgedehnt werden, ist daher ungegründet: und die Versuche worauf sie gebauet wurde, können schon darum nichts beweisen, weil sie sich nicht auf die ganze

Stufenleiter, sondern nur auf gewisse Intervalle des ganzen möglichen Temperaturwechsels beziehen; bey welchen die ungleiche Ausdehnung nicht bemerklich werden konnte. Neuerlich ist diess durch *Dulong* und *Petit* auch indirect erwiesen worden (§. 197).]

§. 217. Die vorangeführten Gesetze der Ausdehnung durch Wärme gelten aber auch wieder nur so lange, als die Körper ihre Aggregatsform beybehalten, und gehen, wenn diese verändert wird — und bey fortgesetztem Wechsel der Temperatur aus dem festen in den tropfbaren, oder aus dem tropfbaren in den gasförmigen Zustand übertritt — sogleich in andere Gesetze über: so zwar, dass also ein gefundenes Gesetz der Ausdehnung immer nur für einen und denselben Aggregatszustand eines und desselben Körpers gilt; bey jedem Uebergang zu einer neuen Aggregatsform aber wieder verschwindet. — Diese Veränderung des Ausdehnungsgesetzes darf uns auch nicht befremden; denn es entstehen ja in solchen Fällen neue Verbindungen mit mehr Aräon, die mithin sehr wohl auch, schon weil ihre Cohäsion vermindert worden ist, neuen Gesetzen der Ausdehnung folgen können.

[Ueber Erscheinungen, die diesen Gesetzen zu widersprechen scheinen s. §§. 235 und 236.]

Der Erfolg der durch Wärme bewirkten Ausdehnung äussert sich übrigens auf verschiedene Weise, je nachdem die Spannung des Aräons grösser oder geringer ist, und je nachdem die seiner Wirkung ausgesetzten Körper demselben näher oder entfernter verwandt sind, oder auch durch ihre Cohäsion mehr oder weniger Widerstand leisten können.

§. 218. Sind nähmlich die der Wirkung des in der Ausdehnung begriffenen Aräons ausgesetzten Körper fest, und ihre Theilchen mit hinreichender Cohäsionskraft begabt; so werden sie, indem sich das Aräon durch atmosphärenbildende Verwandtschaft um die letztern sammelt,

bloss zu einem grössern Volumen ausgedehnt (§. 180), ohne dabey ihre Aggregatsform zu verlieren. Auch geschieht diese Ausdehnung bey festen Körpern nach allen Richtungen gleichmässig; mit Ausnahme jedoch derjenigen Krystalle, die nicht zu den regulären Systemen gehören. Diese verändern nähmlich bey Aenderungen in der Temperatur nach *Mitscherlich's* Beobachtung ihre Winkel; während die den regulären Systemen angehörigen, z. B. der Würfel, das Octaëder, das Rhomboïdaldodecaëder dem allgemeinen Gesetze folgen.

§. 219. Nimmt hingegen die Expansivkraft des Aräons gegen die Cohäsion der festen Körper überhand (§. 182), so werden dadurch ihre Theilchen so weit von einander entfernt, dass die Cohäsion sich kaum noch wirksam zeiget. Die einzelnen Theilchen lassen sich nun sehr leicht von einander trennen, oder über einander verschieben; ja sie gleiten schon durch ihre eigene Schwere von einander ab, indem sie eine ebene Oberfläche bilden; oder mit andern Worten: sie werden *flüssig*, wie z. B. *Bley*, *Wachs*, *Eis*, wenn sie der Hitze ausgesetzt sind.

Diesen Uebergang von der festen zur flüssigen Form nennen wir das *Schmelzen*, den Grad der Temperatur aber, bey welchem ein Körper schmiltzt, den *Schmelzpunct* desselben. So z. B. schmilzt das Wasser bey 0^0 C., und die Bezeichnung dieser Temperatur ist daher auch der Ausdruck für dessen Schmelzpunct. Viele andere Körper schmelzen jedoch bey verschiedenen andern Wärmegraden. Viele sind daher auch schon in der gemeinen Temperatur geschmolzen oder flüssig, wie z. B. *Wasser*, *Oehl*, *Mercur*, *Luft*. Viele andere erfordern zu ihrer Schmelzung eine bedeutende Hitze, wie: *Silber*, *Gold*, *Kupfer*. Noch andere endlich hat man bis jetzt mit den gewöhnlichen Mitteln gar nicht schmelzen können, wie z. B. *Magnium-oxyd*, *Alumiumoxyd*, *Carbonoxydul;* obwohl kein Zweifel ist, dass sie alle schmelzbar oder zerstörbar seyn wer-

den, sobald wir Mittel finden die Temperatur genugsam zu steigern.

[Nach den bisherigen Untersuchungen schmelzen folgende Substanzen bey den angeführten Graden nach C.: Weingeist — 79°; Aether — 44°; Mercur — 39°; Schwefelsäureh. — 25°; Blausäure — 15°; Wasser, 0°; Phosphor + 46°; Kalium + 58°; Sodium + 90°; Schwefel + 109°; Wismuth + 239°; Bley + 321°; Zink + 342°; Silber + 1021°; Gold + 1421° u. s. w. (*M. Handb.* II. 844. — *Dingl.* p. J. LIII. 189).]

§. 220. Mit dem Uebergang fester Körper zur flüssigen Form tritt aber immer auch eine, mehr oder weniger bedeutende Wärmecapacitätsvermehrung (§. 217 und 183) ein; und der schmelzende Körper absorbirt dann so lange alles ihm zuströmende Aräon (auf eine durch das Thermometer nicht wahrnehmbare Weise) zur Umwandlung seiner Körperform, bis er ganz in den flüssigen Zustand übergegangen ist: worauf er bey fortgesetzter Erwärmung neuerdings, aber weil höhere Verbindungen des Aräons entstanden sind, nach einem von dem früheren verschiedenen Gesetze, wärmeleitend und durch Wärme ausdehnsam (§. 217) wird.

[Schnee oder Eis in einem Gefässe über Feuer gebracht, binden, indem sie schmelzen, alles eindringende Aräon zu ihrem Uebergang in die flüssige Form, und zeigen am Thermometer so lange 0° C., als noch etwas ungeschmolzenes Eis vorhanden ist.]

Dieser Uebergang zur flüssigen Form erfolgt auch auf eine verschiedene Weise, je nachdem die Körper gestaltlos oder krystallisirt sind. Die ersten, wie z. B. *Talg*, *Wachs*, *Eisen*, *Platin* schmelzen allmählich, indem sie zuerst weich dann immer weicher werden, bis sie endlich den flüssigen Zustand erlangen. Die krystallinischen hingegen, wie *Eis*, *Zinn*, *Zink*, *Glockenmetall*, welche immer mehr oder weniger Sprödigkeit besitzen, schmelzen plötzlich, indem sie vorher noch spröder geworden sind.

Dieser Unterschied ist im mechanischen Bau der Kör-

per begründet. Bey den gestaltlosen Körpern sind alle Atome in gleichen Abständen von einander entfernt, und biethen also auch gleiche Zwischenräume dar; in welchen sich das Aräon gleichförmig anhäufen, und so die allmähliche Umwandlung zur flüssigen Form bewirken kann. In den Krystallen hingegen sind die Atome nach gewissen Gesetzen der Symmetrie (§. 105) geordnet, und biethen eben darum ungleiche und zwar kleinere und grössere Zwischenräume dar: so zwar, dass sich in den letztern mehr Aräon verdichten, und eben darum, wenn endlich die Cohäsion der Krystalltheile überwunden wird, den plötzlichen Uebergang zur flüssigen Form herbeyführen kann; insbesondere aber auch kurz vorher bey manchen Körpern durch ungleichförmige Ausdehnung (§. 218) die grössere Sprödigkeit bewirken muss. (*)

§. 221. Der flüssige Zustand, in welchem uns die Körper, nachdem sie geschmolzen sind, erscheinen, kann aber wieder durch mechanischen Druck der Atmosphäre oder anderer Körper, und durch Veränderungen in der Temperatur, auf verschiedene Weise modificirt werden: denn von beyden ist, wie bekannt (§. 183 und 198), auch die den Aggregatszustand bedingende Wärmecapacität abhängig.

§. 223. Ist demnach bey flüssigen Körpern das Verhältniss ihrer Wärmecapacität zum Druck der Atmosphäre (oder anderer Körper) von der Art, dass letzterer die Oberhand behält; so werden sie eine verhältnissmässig geringere Ausdehnung erlangen: sie werden dabey, da sie dichter sind als die Luft, den untern Raum einnehmen oder *tropfbarflüssig* seyn, und so lange in diesem Zustande verharren, als die Temperatur, und der äussere Druck nicht verändert wird.

§. 224. Gewinnet hingegen die Spannung des Aräons die Oberhand, oder wird der Druck der Atmosphäre im gehörigen Maasse vermindert; so werden die Körper, weil sie nun an Wärmecapacität gewonnen haben, mehr Aräon

aufnehmen, und indem sie viel dünnflüssiger, am Volumen grösser, und minder dicht werden, in den *gasförmigen* Zustand übergehen und sich nach Maassgabe ihrer Dichtheit entweder in der Atmosphäre ausbreiten, oder auch über dieselbe erhoben werden. —

Körper, die dieses Uebergangs zur Gasform fähig sind, nennet man *flüchtige Körper*, solche dagegen, die des Uebergangs zur Gasform, ohne zersetzt zu werden, unfähig sind, *feuerbeständige* oder *fixe Körper*.

[Mit der Bestimmung, ob ein Körper flüchtig oder feuerbeständig sey, ist es rathsam sehr vorsichtig zu seyn; weil man gar zu leicht irren kann. So z. B. werden die ätherischen Oehle jetzt noch allgemein den flüchtigen Körpern zugezählt, was sie doch keinesweges sind; da sie sich für sich allein, ohne Zersetzung, nicht überdestilliren lassen. Wenn sie gleichwohl mit Wasser leicht überdestilliren, und auch in der Atmosphäre sehr schnell mit Verbreitung ihres eigenthümlichen Geruches verschwinden; so geschieht diess durch ihre grosse Verwandtschaft zum Wasserdampf und zur Luft: so zwar, dass sie sich in diesen gasförmigen Flüssigkeiten ganz auf dieselbe Weise auflösen, wie ein Hut Zucker verschwindet, wenn er in eine grosse Menge Wassers hineingestellt wird. (*)

§. 225. Findet dieser Uebergang zur Gasform an der Oberfläche der Körper Statt, so wird derselbe nach Umständen (§. 144) *Verdampfung*, *Verflüchtigung*, *Verdünstung*, *Gasification* genannt. Geschieht derselbe aber durch chemische Zerlegung anderer Art, veranlasset innerhalb irgend einer tropfbaren Flüssigkeit (§. 142), und muss folglich der entstandene gasförmige Körper den tropfbarflüssigen durchströmen; so nennt man diese Erscheinung das *Aufbrausen*. Wird die Umwandlung tropfbarer Flüssigkeiten in gasförmige endlich dadurch, dass man die dieselben enthaltenden Gefässe am Boden erhitzt, im untern Raume bewirkt, und mithin von den aufströmenden gasificirten Theilen in der Flüssigkeit eine dem Aufbrausen ähnliche Bewegung veranlasset; so nennet man diese das *Sieden* oder

Kochen, den Grad der Temperatur hingegen, bey welchem diess erfolgt, den *Siedepunct.*

Der Siedepunct ist bey verschiedenen Substanzen verschieden.

[Schwefligte Säure siedet bey — 10° C., muriumsaurer Aether bey + 12°; azotsaurer Aether bey + 21°; Blausäure bey + 26,5°; schwefelsaurer Aether bey + 35,66°; Weingeist bey + 78,46°; Wasser bey + 100°; Terpenthinöhl bey + 157°; Schwefelsäurehydrat bey + 287°; Mercur bey + 356° u. s. w. (*Dingl.* p. J. XXI, 186.)]

Mischungen aus verschiedenen Flüssigkeiten haben Siedepuncte, die zwischen denen der Zuthaten das Mittel halten. Aus gleichem Grunde haben auch alle Auflösungen fester Körper in Flüssigkeiten höhere Siedepuncte als das Auflösemittel für sich allein.

[Eine Mischung von Weingeist und Wasser siedet bey einer Temp. die immer unter 100°, aber über 78,46° C. ist. — Eine Auflösung von 45 Th. muriumsauren Baryumoxydes in 55 Th. Wassers siedet bey 104,5° C. u. s. w. (*Pogg. An.* II, 227.)]

Der Siedepunct ist aber nicht nur verschieden bey verschiedenen Flüssigkeiten, sondern er wechselt auch bey einem und demselben Körper, da er in hohem Maasse vom äussern Druck, und insbesondere von dem der Atmosphäre abhängig ist: ein Umstand, auf welchen daher längst schon eine Methode zur Erhöhung des Siedepunctes, und in neuerer Zeit auch eine andere zur Herabsetzung desselben gegründet worden ist; indem man im ersten Falle das Sieden in verschlossenen Gefässen verrichtet, und im andern Falle zwar eben so verfährt, jedoch vorher aus den Gefässen die Luft auspumpet, uud also ihren Druck beseitiget.

[Im ersten Falle bedient man sich des *Schliesskessels*, oder *Papin'schen Topfes;* ein metallenes Gefäss, welches mit einem aufgeschliffenen Deckel versehen ist, und also luftdicht verschlossen werden kann. In diesem Apparat eingeschlossene Flüssigkeiten können nicht verdampfen, und also über dem Feuer bis zur höchsten Temp. gesteigert werden. Da sie aber

in solchem Falle so sehr an Spannung gewinnen, dass sie endlich jeden Apparat zerreissen und gefährliche Explosionen erzeugen würden; so sind solche Gefässe mit einem Sicherheitsventil versehen, durch welches die Flüssigkeit bey zu hoher Spannung einen Ausweg findet, und zugleich, je nachdem das Ventil mehr oder weniger beschwert ist, ein Mittel zur beliebigen Spannung der Dämpfe, und mithin auch zur Regulirung des Siedepunctes dargebothen ist.

Die Herabsetzung des Siedepunctes hingegen lässt sich im Kleinen darthun, wenn man Alkohol oder Aether in einem offenen Glase unter den Recipienten der Luftpumpe bringet und die Luft ausziehet: denn binnen wenigen Secunden werden beyde Flüssigkeiten schon lebhaft kochen (§. 108), weil der Druck der Atmosphäre aufgehoben ist. — Sehr schön ist derselbe Beweis zu führen, wenn man Wasser in einer Phiole eine halbe Stunde lang sieden lässt, damit mit den Wasserdämpfen auch die Luft ausgetrieben werde, die Phiole dann vom Feuer entfernt, und in demselben Augenblick luftdicht verschliesset: worauf das Wasser, weil der Druck der Atmosphäre aufgehoben ist, noch lange fortsieden, ja sogar, wenn es bereits ruhig und bis zur Handwärme abgekühlt worden ist, durch Benetzung der Phiole mit kaltem Wasser wieder sieden wird; weil dadurch das über dem Niveau des Wassers die Phiole erfüllende gasförmige Wasser verdichtet, und also neuerdings der Druck vermindert wird.

Eine minder bedeutende Herabsetzung des Siedepunctes entstehet auch bey gleichem Druck der Atm., wenn die erhitzten Flüssigkeiten mit spitzigen oder überhaupt kleinen festen Körpern in Berührung sind. Daher erfolgt das Sieden und Verdampfen in Metallgefässen beym Wasser in einer um $1^1/_3{}^0$ niedrigeren Temp. als in den glattern Glasgefässen; und eben so wenn man Eisenfeilspähne, Sägespähne, Glassplitter, oder andere kleine Körper in die Flüssigkeit wirft. Alle diese kleinen Körperchen theilen nähmlich so wie die Hervorragungen der rauhen Gefässe die Flüssigkeit, und vermindern also den Zusammenhang der letztern; so dass sie nun von den entstehenden Dämpfen leichter durchbrochen wird: daher denn auch die Dampfbläschen vorzüglich an den Spitzen jener Körper entstehen.] (*)

§. 226. Auch bey dem Uebergange der tropfbaren zum Zustande der gasförmigen Flüssigkeiten findet übrigens

eine starke Vermehrung der Wärmecapacität Statt, und es wird, wie bey dem Schmelzen fester Körper (§. 220), so lange ohne Steigerung der Temperatur alles dargebothene Aräon gebunden, bis die ganze Flüssigkeit die Gasform angenommen hat: worauf dieselbe auch, wie dort (§. 220), neuerdings wärmeleitend, und durch Wärme ausdehnsam wird; aber aus demselben Grunde, wie dort (§. 217 und 220), hierin neuen Gesetzen folget. Keine tropfbare Flüssigkeit kann daher als solche über ihren Siedepunct erhitzt werden.

[Bringt man Wasser über Feuer, so wird es nach und nach bis zu 100° C. erhitzt werden, dann aber, indem es siedet und die Gasform annimmt, so lange alles einströmende Aräon zum Uebergang zur Gasform aufnehmen, und in der Temperatur durchaus nicht steigen, so lang noch tropfbares Wasser vorhanden ist. (Vergl. §. 220). — Will man durch erhöhtes Feuer die stärkere Erhitzung des Wassers erzwingen, so wird diese Absicht keineswegs erreicht, ja es kann unter gewissen Umständen sogar eine niedrigere Temp. erlangen. Z. B. Wenn man in einen glühenden Platintiegel einen Tropfen Wasser fallen lässt; so breitet sich derselbe nicht über dem Platin aus; sondern behält mehr oder weniger die sphärische Form, geräth ohne zu kochen in eine rotirende Bewegung, wird immer kleiner und kleiner, bis er ganz verschwindet; benöthiget aber hierzu längere Zeit als wenn er auf mässig erhitztes Metall gefallen wäre, und hat auch (wie man sich überzeugt, wenn man ihn auf die Hand schüttet) eine Temperatur unter 100° C. — Diess alles erklärt sich sehr einfach daraus, dass in dem Augenblick, als der Tropfen den glühenden Tiegel berührt, durch die strahlende Wärme auf seiner Oberfläche eine lebhafte Dampfentbindung eintritt; die nicht nur das Rotiren bewirkt, sondern auch den Tropfen vom Tiegel entfernt hält u. s. w. Aus gleichem Grunde sieht man auch, wenn ein Draht, an welchem ein Tropfen Oehl, Fett, Borax u. s. w. hängt, mit abwärts geneigter Spitze in die Flamme einer Löthlampe gebracht wird, das Oehl u. s. w. am Drahte aufwärts steigen. — Daraus ergibt sich auch die Lehre, dass beym Sieden ein übergrosses Feuer baare Verschwendung ist.] (*)

Der gasförmige Zustand der Körper kann aber wieder,

nach Umständen entweder *beständig* (*permanent*, bleibend) oder *unbeständig* seyn.

§. 227. *Beständige Gasarten* sind jene, welche das Aräon im ersten Grade der chem. Anz. gebunden halten, (§. 165) und daher weder durch Compression, noch durch Herabsetzung der Temperatur, in die tropfbarflüssige oder feste Form übergehen können, z. B. *Oxygengas* und *Hydrogengas*.

Unbeständige Gasarten hingegen hat man jene genannt, die das die Gasform bedingende Aräon nur im zweyten Grade der chem. Verw. enthalten (§. 179), und eben darum, sobald sie stark comprimirt werden, oder mit kältern Körpern in Berührung kommen, durch den Verlust des im zweyten Grade gebundenen Aräons zum tropfbarflüssigen oder festen Aggregatszustande übergehen.

[Alkohol, Aether, Wasser, Schwefel, Phosphor, Mercur und viele andere Metalle gehen durch angemessene Erhitzung in die unbeständige Gasform über, und erlangen dadurch Elasticität, Durchsichtigkeit und alle übrigen Eigenschaften der Gasarten; gehen aber beym Erkalten oder auch durch mechanischen Druck sogleich zu ihrer vorigen Form zurück. —]

Die unbeständigen Gasarten werden oft auch *Dämpfe* oder *Dünste* genannt, obwohl diese Benennung eigentlich nur jenem Gemenge aus fein zertheilten festen oder flüssigen Körpern und unbeständigen Gasarten beygelegt werden sollte, welche gewöhnlich während des Ueberganges der erstern in die letztern, oder umgekehrt, gebildet werden, und sich durch eine trübe Beschaffenheit von den reinen unbeständigen Gasarten unterscheiden, wie z. B. das durch Erhitzung zur Gasform übergegangene Wasser, wenn es bey verhältnissmässiger Abkühlung in den kleinsten Theilchen seiner Masse zuerst zu kleinen Bläschen, dann zu Tröpfchen verdichtet, im noch übrigen Wassergas schwebt, und auf diese Art den sogenannten *Nebel* erzeugt.

§. 228. Dieser Unterschied zwischen beständigen und unbeständigen Gasarten ist jedoch bloss relativ, und bezieht sich immer nur auf gemessene Differenzen in der Temperatur und im äussern Drucke, so wie sie an unserm Erdball gerade vorwalten: und es ist nicht zu zweifeln, dass man endlich — wenn es möglich wäre einen hinreichenden Druck hervorzubringen — auch die beständigen Gasarten zur tropfbaren Form verdichten würde; mit dem Unterschiede jedoch, dass dabey, weil das im ersten Grade gebundene Aräon nicht entweichen könnte, auch die Temperatur nicht erhöht würde. Zu diesem Schlusse berechtigen *Faraday's* Versuche, welcher durch heftige *Compression* mehrere Gasarten in den liquiden Zustand versetzte; die man bis dahin den beständigen Gasarten zugezählt hatte, als: die Gase der Carbonsäure, der Muriumsäure, der schwefligten Säure, des Schwefelhydrogens, Azotsuboxydul-Carbonoxyduls (Cyan's), der 2fach ox. Muriumsäure, und des Azotoxyduls.

[*Faraday* bediente sich hierbey einer etwas gebogenen starken Glasröhre, die, nachdem in den einen Schenkel die Substanzen aus welchen ein Gas entwickelt werden sollte (z. B. für schwefligtsaures Gas, Schwefelsäure und Mercur) eingefüllt worden, zugeschmolzen, und dann an dem zur Ausscheidung des Gases dienenden Schenkel erhitzt, und am andern Schenkel durch Wasser, Eis oder kaltmachende Mischungen erkältet wurde; so zwar, dass also die Verdichtung in diesem zweyten Schenkel sowohl durch die Spannung des entbundenen Gases als durch Kälte befördert wurde. — Diese Experimente sind jedoch höchst gefährlich, indem sehr leicht, und vorzugsweise häufig bey der Carbonsäure und dem Azotoxydul, Explosionen entstehen, und selbst sehr starke Röhren zerschmettert werden. (Ann. de Chim. et de Phys. XXIV, 403. — *Kastn.* Archiv. I, 97; II, 241. 127. — *Schweigg.* Journ. XXXVIII, 316. XLI, 451).

Bey solchen Compressionsversuchen hat man die merkwürdige Erfahrung gemacht, dass die Gasarten bey sehr starker Verdichtung grössere Volumsverminderung erleiden, oder weniger Spannung besitzen, als man erwarten sollte. Diess be-

weiset also auf umgekehrtem Wege, dass auch die Ausdehnung der Gasarten bey gleichen Abständen der Temp. nicht gleichförmig seyn kann (§. 216.)

Die Spannung unbeständiger Gasarten oder der sogenannten Dämpfe bestimmt man gewöhnlich mit Hülfe eines gemeinen *Gefässbarometers*, an welchem die Mündung des Gefässes zu einer feinen Röhre ausgezogen wird. Man füllet nähmlich die Flüssigkeit, deren Dampf untersucht werden soll, in das zur Hälfte mit Mercur erfüllte Gefäss, lässt sie dann durch behuthsame Erhitzung so lange kochen, bis mit den Dämpfen auch alle Luft aus dem Gefässe entfernt ist, und schmelzt endlich die Mündung des Gefässes zu. Da nun der Druck der Atmosphäre ganz beseitiget ist, so wird nach dem Erkalten ein Theil der eingeschlossenen Flüssigkeit die Gasform behalten und das Gefäss über dem Mercur erfüllen. Dieses unbeständige Gas wird aber zugleich mit seiner eigenthümlichen Spannung auf das Quecksilber drücken, und es im längern Schenkel des Barometers steigen machen. Steiget z. B. das Mercur im längern Schenkel 28 Par. Zoll, so wird man also wissen, dass die Spannung des Dampfes eben so gross ist als der Druck der Atmosphäre, oder = 1 Atm. oder = 28 Zoll (s. §. 83). Dabey muss aber auch angezeigt werden, bey welcher Temp. des Dampfes die Messung geschah; weil die Spannung der beständigen und unbeständigen Gasarten bey jeder andern Temp. aus begreiflichen Gründen eine andere ist. Will man endlich die Spannung derselben Flüssigkeit bey verschiedenen Temperaturen wissen, so wird der verschlossene Apparat nacheinander den verschiedenen Temperaturen ausgesetzt; wo sich dann die verschiedenen Spannungsgrade an dem Steigen und Fallen des Mercur bemerklich machen werden. — So hat man z. B. die Spannung gefunden für

die Carbonsäure	bey	— 10° C.	= 20 Atm.
— —	—	— 0° C.	= 36 Atm.
— —	—	+ 7° C.	= 40 Atm.
— schwefligte Säure	—	— 10° C.	= 1 Atm.
— —	—	+ 7° C.	= 2 Atm.
das Wasser	—	0° C.	= 2,1 Par. Lin.
— —	—	+ 100° C.	= 28,0 Par. Zoll,

u. s. w.

§. 229. **Eben so findet aber auch überhaupt zwischen dem festen, tropfbaren und gasförmigen Aggregatszustande**

der Körper nur ein relativer Unterschied Statt; welcher immer aus derselben Quelle, nähmlich aus der Verbindung des Aräons mit andern Stoffen entspringet: aber auch durch die Cohäsion der Körper, durch die chemische Verwandtschaft derselben, und durch den Druck der Atmosphäre verschiedentlich modificirt wird; auch wohl gar sehr von der äussern Temperatur abhängig ist. Das geschmeidige Kupfer und Eisen machet dabey den Uebergang von den harten und spröden Körpern zu den weicheren, das weiche Bley zu dem noch weichern Kalium, Wachs u. s. w; das Fett und Oehl zeiget ferner den Uebergang von den festen zu den flüssigen Körpern; die Carbonsäure stehet wieder zwischen diesen und den gasförmigen Flüssigkeiten in der Mitte, und hat auf einer Seite alle Eigenschaften der Gasarten, während sie beym gemeinen Druck der Atmosphäre wie Wasser aus einem Gefäss in das andere gegossen werden kann, und also auch die Eigenschaften der tropfbaren Flüssigkeiten besitzt: *so zwar, dass endlich alle Körperformen eine einzige zusammenhängende Reihe bilden, vom spröden Diamant, und vom dichtesten Platin bis zum dünnflüssigen Hydrogengas und Aräon.* — Diese Reihe gilt jedoch nur so lange, als die am Erdball vorwaltenden Umstände, Temperatur und Druck, dieselben sind, und würde bey jeder diessfälligen Veränderung eine andere seyn (§. 184).

§. 230. Nicht alle Körper sind indessen fähig, bey steigenden Wärmegraden alle drey vorhin erwähnten Aggregatszustände zu durchlaufen; viele derselben gehen vielmehr, selbst bey sehr langsamer Steigerung der Temperatur, aus dem festen Zustande unmittelbar in den gasförmigen über, und überspringen also den tropfbarflüssigen (§. 220). Beyspiele solcher Art sind der Kampher und das Arsenik, welche beym Erhitzen, ohne vorher zu schmelzen, in Gasgestalt verflüchtiget werden, und zugleich den Beweis liefern: dass auch im zweyten Grade die Verwandt-

schaft verschiedener Körper zum Aräon nicht gleich, und bey einigen so gross seyn kann, dass, sobald die Cohäsion überwältigt ist, sogleich eine zur Gasform hinreichende Menge desselben aufgenommen wird.

Viele andere Körper wieder sind nur des festen und tropfbarflüssigen, noch andere hingegen nur allein des festen oder tropfbaren Zustandes fähig, und werden bey fortgesetzter Erhitzung eher zerstört, als sie diese Gränzen überschreiten können.

§. 231. Ist endlich die Spannung des in der Ausdehnung begriffenen Aräons noch grösser als es zur Hervorbringung der angeführten Erscheinungen hinreichend wäre, so wird auch die Einwirkung desselben auf andere Körper viel folgereicher; indem es zuletzt ihre Massentheilchen bis über die Gränze der Cohäsion und chem. Anziehung von einander entfernt: so dass endlich nicht nur die Cohäsion, sondern, wenn die Körper zusammengesetzt sind, sogar auch die zwischen ihren heterogenen Bestandtheilen obwaltende chemische Verwandtschaft gänzlich aufgehoben wird; worauf dann die ausser Verbindung gebrachten Substanzen, nach Umständen, entweder als Aräoide ausgeschieden werden, oder den Gesetzen anderweitiger chemischer Anziehung folgend, mit noch mehr Aräon, oder unter einander selbst zu neuen Producten zusammentreten.

[Beyspiele der ersten Art geben die Oxyde des *Mercurs, Rhodiums, Iridiums,* des *Silbers, Goldes* und *Platins* u. s. w., welche allein durch Erhöhung der Temperatur in Oxygengas und Metall zerlegt werden. Ein Beyspiel der letzten Art hingegen geben die vegetabilischen und animalischen Substanzen, z. B. die Zerlegung des *Zuckers*, oder *Fettes* durch Hitze (s. d. Art.).

Auch in dieser Wirkung des Aräons sehen wir Erfolge, die sich bey andern Körpern gleichfalls wiederholen. Das azotsaure Wismuthoxyd wird durch Verdünnung mit Wasser in bas. und saures Salz zersetzt; weil dieses die Bestandtheile jenes Salzes bis über die chem. Wirkungskreise von einander entfernt. — Andere Salze erfordern hierzu mehr Wasser; aber es

es ist kein Zweifel, dass sie endlich alle zersetzt werden können, wenn die Wassermenge hinreichend ist (o Homoeopathie!); dafür spricht auch der Umstand, dass sich die Salze bey sehr grosser Verdünnung nicht mehr im Wege doppelter Wahlverw. zersetzen.] (*)

§. 232. Auch in dieser Hinsicht zeigen jedoch ungleiche Körper ein ungleiches Verhalten; indem sie sowohl zu ihrer Verbindung als zu ihrer Trennung verschiedene Abstufungen in der Temperatur erfordern. Viele chemische Verbindungen können demnach nur in der Kälte bestehen, und werden schon bey gewöhnlicher Temperatur zersetzt; viele andere hingegen fordern zu ihrer Zerlegung eine bedeutend grosse Hitze: noch andere endlich sind so fest, dass sie durch alle bekannten Mittel zur Erhöhung der Temperatur bisher nicht zersetzt werden konnten; obwohl ihre Zerlegbarkeit keinesweges bezweifelt werden darf, wenn nur einst die Wege zur noch grössern Verdichtung des Aräons entdeckt seyn werden (s. Elektric. und §. 236).

§. 233. Das Gegentheil von dem, was bisher (§. 215 bis 232) über die Wirkungen des in der Ausdehnung begriffenen freyen Aräons angeführt worden ist, geschieht hingegen dann, wenn auf irgend eine Weise in irgend einem Raume, durch Bindung des Aräons im ersten Grade der chem. Anz. eine verminderte Spannung desselben eintritt, oder eine sogenannte niedrigere Temperatur vorwaltet. Das in den benachbarten Körpern oder überhaupt in der Umgebung vorfindige condensirtere als auch gespanntere Aräon wird nähmlich in solchem Falle alsogleich und so lange in jenen weniger Widerstand leistenden Raum (§§. 181 und 183) einströmen, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Die benachbarten Körper müssen dabey nothwendigerweise genau so viel Aräon verlieren, als in jenen Raum einströmt, und daher auch eine verhältnissmässige Verminderung ihres Volumens, und mithin eine verhältnissmässige Verdichtung erleiden.

[Die Menge des in einen solchen Raum, bis zur Herstellung des Gleichgewichtes, einströmenden Aräons wird auch verschieden seyn, je nach der verschiedenen Wärmecapacität der diesen Raum ausfüllenden Körper (§. 194). Sind insbesondere alle übrigen Körper aus einem solchen Raume entfernt, so wird die grösste Menge einströmen, weil nun das Aräon für sich allein den Raum ausfüllen, und sich so weit verdichten muss, dass es der Umgebung das Gleichgewicht halten kann (§. 204 *).]

§. 234. Auch hier werden, wie bey der Ausdehnung der Körper (§. 215 bis 232) durch die Cohäsionskraft der letztern, durch ihre chemische Verw. und durch den äussern Druck (der Atmosph. oder anderer Körper), die Erfolge sehr mannigfaltig modificirt. Permanent elastische, höchst dünne Flüssigkeiten gehen dabey, nach Verhältniss ihres Wärmeverlustes, oder auch des äussern Druckes, in den Zustand dichterer Gasarten über, unbeständige Gasarten werden in Dünste, Dämpfe oder Nebel, oder auch wohl zu tropfbarflüssigen, manchmahl wohl auch zu festen Körpern verdichtet, und eben so auch an sich tropfbare Flüssigkeiten zur concreten Form zurückgeführt. — Diesen Uebergang zum festen Aggregatszustande nennen wir im Allgemeinen die *Verdichtung*, und insbesondere wenn gasförmige Körper verdichtet werden, die *Sublimation;* beym Uebergang tropfbarflüssiger Körper zur festen Gestalt hingegen, das *Gefrieren;* im Einzelnen aber auch, zur Unterscheidung besonderer Modificationen, das *Erhärten*, *Stocken*, *Gerinnen*, *Geliefern*, oder endlich die *Krystallisation* (§. 141); die Temperatur aber, bey welcher das Gefrieren eintritt, den *Gefrierpunct*, oder auch den *Krystallisationspunct*, wenn das Festwerden in regelmässigen Gestalten erfolgt. So gefriert z. B. das Wasser bey 0^{0} C., und dieser Ausdruck bezeichnet also den Gefrierpunct desselben. Viele andere Substanzen gefrieren jedoch bey verschiedenen Temperaturen. Viele derselben kommen daher unter der am Erdball gewöhnlichen Temperatur nur im gefrornen Zu-

stande vor, wie z. B. die meisten Metalle, Oxyde, Schwefelverbindungen u. s. w.; viele gefrieren schon bey mässiger Kälte, wie z. B. Oehl und Wasser; noch andere endlich hat man durch alle bisher bekannt gewordenen Mittel nicht in den festen Zustand versetzen können; wie z. B. das Oxygengas und Hydrogengas.

Der Gefrierpunct der Körper fällt übrigens mit dem Schmelzpuncte derselben (§ 219) beynahe zusammen; obwohl er immer etwas tiefer stehen muss, wie jener: wie man schon a priori erwarten kann, wenn man nicht annehmen will, dass derselbe Körper mit derselben Menge Aräons bald eine flüssige, bald eine feste Verbindung erzeugen könne.

§. 235. Bey dem hier abgehandelten Uebergange flüssiger Körper zur festen Form sind endlich noch drey Erscheinungen anzuführen, die den allgemeinen Gesetzen der Ausdehnung und Temperaturunterschiede zu widersprechen scheinen. Man hat nähmlich bemerkt: erstens das gewisse Körper beym Erkalten zwar bis zu einer gewissen Temperatur herab auch am Volumen abnehmen, dann aber, obwohl die Temperatur fortwährend sinket, sich wieder ausdehnen; dass ferner zweytens gewisse Körper bis unter ihren Gefrierpunct erkalten können ohne zu gefrieren; und endlich drittens, dass einige Körper während des Gefrierens oder Festwerdens am Volumen zu, andere wieder abnehmen; obwohl sie alle an Wärmecapacität verlieren.

1) Die erste dieser Erscheinungen zeiget das Wasser, dessen Volumen beym Erkalten bis zu 3,89° C. herab fortwährend vermindert wird, dann aber bis zu 0° C. sinkend wieder merklich zunimmt. Sie ist von der Krystallisation des Wassers abhängig, und findet sich daher auch nur in der Nähe des Gefrierpunctes, und auch nur bey krystallisirbaren Körpern. Die Theilchen des Wassers fangen nähmlich schon bey 3,89° C. an in die feste Gestalt überzugehen; daher die mindere Dünnflüssigkeit des Wassers bey

dieser Temperatur. Die Theilchen, indem sie sich zur krystallinischen Form vereinigen, bilden aber auch Zwischenräume (§. 220), daher die Vergrösserung des Volumens; die endlich, beym totalen Uebergang zur festen Form, ihr Maximum erreicht. — (*)

2) Die zweyte Erscheinung zeiget wieder das Wasser, denn es lässt sich, wenn es gegen jede Erschütterung vollkommen gesichert ist, mehrere Grade unter 0° C. erkalten, ohne zu gefrieren. Diess erklärt sich indessen aus dem Umstande, dass bey der Krystallisation die zuerst erhärtenden Wassertheilchen sich bewegen müssen, bis sie sich zu Krystallen vereinigen. Diese Bewegung nun wird bey sehr ruhigem Wasser nur erst eintreten können, wenn die Theilchen durch Abkühlung bereits so nahe an einander gebracht sind, dass die Cohäsionskraft thätig werden kann; also bedeutend unter dem gewöhnlichen Gefrierpunct. (*)

[Diese Erklärung wird auch durch die Erfahrung bestätiget, welche lehrt, dass auch nur wenig unter 0° C. erkaltetes, aber noch flüssiges Wasser, bey der geringsten Erschütterung (die jene Bewegung einleitet) schon gefriert, und Salzauflösungen, die bis unter den Krystallisationspunct erkaltet sind, bey der geringsten Bewegung augenblicklich zu krystallisiren anfangen. — Auf gleiche Weise verhalten sich aber auch mehrere Metalle. *Craighton* fand, dass das geschmolzene Wismuth bis 8° F., das Zinn aber um 4° F. unter seinen Schmelzpunct sank; dann aber beym Erhärten wieder, ersteres um 8°, letzteres um 4° F. stieg. Das Bley hingegen blieb auf demselben Grade der Temperatur stehen, bis es ganz fest geworden war.]

3) Die dritte Erscheinung endlich beruht gleichfalls auf der Krystallisation. Körper die zur Krystallisation nicht geneigt sind, werden nähmlich beym Erkalten auch gleichmässig am Volumen abnehmen; weil ihre Theilchen alle nach gleichen Abständen in dem Maasse näher an einander treten, als das Aräon entweichet. Sie werden endlich, wenn sie die Cohäsionsnähe erreicht haben, ohne Verände-

rung ihrer Stellung oder Temperatur, festgehalten; aber ihre Wärmecapacität wird dabey augenblicklich eine geringere werden müssen, weil nun die Cohäsionsthätigkeit beschränkend auftritt; so wie das Umgekehrte Statt findet beym Uebergang fester Körper zur flüssigen Form (§. 220). — Bey Körpern hingegen, die zur Krystallisation geneigt sind, geschieht das, was oben (1) angeführt wurde. Dass aber mit der Volumsvermehrung zugleich auch Verminderung der Wärmecapacität erfolgt, ist nur scheinbar: denn die Volumsvergrösserung in Folge der Krystallisation (1) gehet immer voraus, und die verminderte Wärmecapacität tritt erst in dem Augenblicke ein, wo die Masse erstarrt; daher denn auch nur in diesem Moment Wärme frey wird. (*)

[*Wasser* dehnt sich während des Gefrierens so viel aus, dass die Dichtheit des *Eises* nur = 0,920 ist. Wird das Wasser in der Ruhe bis einige Grade unter 0° C. erkältet, und dann durch Erschütterung (2) rasch zum Gefrieren gebracht; so steigt die Temperatur des Eises augenblicklich auf 0°; weil das bey der mindern Wärmecapacität des Eises überflüssig gewordene Aräon nun gerade hinreichet, dasselbe bis auf 0° C. in der Temp. zu erheben. — *Wismuth*, *Antimon*, *Gusseisen*, nehmen beym Uebergang aus dem geschmolzenen zum festen Zustande, eben weil sie krystallisiren, am Volumen bedeutend zu; daher sie denn auch Formen, in welche sie gegossen wurden, beym Erstarren sehr scharf ausfüllen, und wie das Eis eine convexe Oberfläche erlangen; ja sogar, wenn sie durch Verschliessung in Gefässe an der Ausdehnung gehindert werden, diese zersprengen. — Das Gegentheil erfolgt hingegen beym Erhärten nicht krystallisirbarer Substanzen, das geschmolzene *Bley* gewinnt beym Uebergang zur festen Form nichts am Volumen. Eine Mischung aus 70 Th. *Zinn* mit 30 Th. *Bley* schrumpft beym Erkalten so sehr ein, dass sich damit durchaus in Formen kein reiner Guss zuwege bringen lässt.]

§. 236. Die Herabsetzung der Temperatur, oder deutlicher, die Verminderung des Aräons in den Körpern, kann endlich, eben so wie die Steigerung der Temperatur oder Verdichtung des Aräons (§. 232), bald chemische Verbindungen einleiten, bald zersetzen.

[Belegende Beyspiele liefern uns fast alle durch Atmosphären bildende Verwandtschaft erzeugte Verbindungen. Wasser nimmt bey niedriger Temperatur sehr viel Ammoniakgas oder Carbonsäuregas auf; es lässt aber beyde wieder fahren, sobald es zum Gefrieren gebracht (oder auch nur mässig erhitzt) wird. Die meisten Auflösungen der Salze in Wasser, Alkohol und dgl. lassen beym Erkalten einen grossen Theil der Salze wieder fallen. — Phosphor-Nickel und Phosphor-Silber lassen beym Erkalten einen Theil Phosphor fahren. — Die meisten organischen Substanzen werden bekanntlich schon durch eine geringe Erkältung unter 0° zersetzt.

Diese merkwürdigen Erscheinungen sind in dem Umstande begründet, dass allen chemischen Verbindungen gewisse eigenthümliche Abstände in der Stufenleiter der Temperatur angewiesen sind: innerhalb welchen sie gebildet werden und bestehen können; während sie ausserhalb dieser Gränzen wieder zerfallen. Bey einigen Verbindungen liegen diese beyden Extreme für ihre Bildung und Wiederzersetzung auch so nahe, dass schon höchst geringe Veranlassungen die Störung herbeyführen; bey andern sind zu dieser Absicht grössere Differenzen erforderlich. Bey weitem die meisten Körper vereinigen sich jedoch schon bey sehr niedriger Temperatur zu Verbindungen; deren Zerlegung oft kaum in der grössten Hitze gelinget: was auch Ursache ist, dass wir bey vielen Verbindungen den zu ihrer Zerlegung erforderlichen Grad der Hitze noch gar nicht kennen.

[Wird Mercur und Oxygengas in einer gläsernen Phiole, mit der Vorsicht, das fortwährende Zuleitung des Oxygengases Statt finden kann, bis nahe zum Siedepunct des Mercurs anhaltend erhitzt, so vereinigen sich die beyden Substanzen langsam zu Mercuroxyd; welches aber sogleich wieder in Oxygengas und Mercur zerfällt, sobald man die Temp. über den Siedepunct des Mercurs steigert. — Die Knallmetalle entstehen unter gewissen Umständen in gemeiner Temperatur; aber sie zerfallen unter heftiger Explosion sobald sie gerieben, geschlagen, oder nur wenig erhitzt werden (§. 238).]

E. Functionen des Aräons in der Natur.

§. 237. Vergleichen wir nun alle Resultate, welche der Eintritt des in der Ausdehnung begriffenen Aräons in andere Körper (§§. 215 bis 232) bewirken kann, mit den Erfolgen seines Austrittes (§§. 233 bis 236); so bemerken wir zwar allerdings, dass beyde einander vollkommen entgegengesetzt sind: aber wir müssen uns zugleich auch überzeugen, dass die einen ohne die andern nicht bestehen können, und dass wirklich in allen Fällen beyde gleichzeitig Statt finden: denn so oft das Aräon aus irgend einem Körper ausgeschieden wird, so muss dasselbe, da kein leerer Raum, und an unserem Erdball auch kein Raum existirt, der nur allein mit Aräon erfüllt wäre, auch zugleich in andere, im Raume vorfindige Körper einströmen, und also, während es in jenem die Folgen des Wärmeverlustes veranlasset, in diesen die Resultate der Erwärmung oder auch der Erhitzung hervorbringen.

§. 238. Gerade dieser zweyfache Effect ist es aber, was die erfolgreiche Thätigkeit des Aräons begründet, und allen Aeusserungen desselben jenen wunderbaren Anstrich ertheilt: welcher Jahrhunderte hindurch zu den sonderbarsten Hypothesen in der Erklärung der Wärmeerscheinungen die Veranlassung gegeben hat; aber auch grösstentheils wieder verschwindet, sobald wir das Aräon als eine allen andern gasförmigen Flüssigkeiten ähnliche Materie betrachten. Alle Erscheinungen der Wärme lassen sich sodann, wie aus dem Vorigen erhellet, auf eine sehr einfache Weise erklären, und selbst die schwierigste unter allen Fragen, die nähmlich: »warum denn bereits bestehende Verbindungen bloss durch eine Veränderung in der Temperatur, die doch auf alle Bestandtheile in gleichem Maasse einwirket, und also das zwischen denselben obwaltende Verhältniss nicht stören sollte, dennoch aufgehoben werden?« beantwortet sich leicht, sobald wir bedenken: dass

jeder Stoff in einem eigenen Verwandtschaftsverhältnisse zum Aräon stehet (§. 236); dass dasselbe mit jedem insbesondere Verbindungen von eigenthümlicher Ausdehnung bildet, und dass mithin die verschiedenen Bestandtheile eines zusammengesetzten Körpers, durch eine und dieselbe Veränderung in der Temperatur nach verschiedenen Gesetzen ausgedehnt, und also wohl auch das Gleichgewicht ihrer, von der Entfernung der Körpertheilchen abhängigen Wahlanziehung gestört, und mithin die Verwandtschaftsreihe sehr mannigfaltig modificirt werden könne.

Ja wir werden endlich auch jene anomal erscheinenden Fälle, in welchen durch Wärme die Verwandtschaftsgrade ganz und gar umgekehrt werden, begreifen, und einsehen, dass sie nur auf der verschiedenen Ausdehnung beruhen, die das verdichtete Aräon bey verschiedenen Substanzen hervorbringen kann.

[Schwefel treibt in hoher Temperatur die Carbonsäure aus ihrer Verbindung mit dem Kaliumoxyd aus; während in niedriger Temperatur die Carbonsäure den Schwefel vom Kaliumoxyd scheidet. — Kalium entzieht bey schwacher Erwärmung der Carbonsäure Oxygen, und reducirt sie auf Carbonoxydul; während in stärkerer Hitze die Kohle das Kaliumoxyd desoxydirt. — Analoge Erscheinungen biethen indessen auch andere Flüssigkeiten dar. Azotsaures Wismuthoxyd löset sich in wenig Wasser unverändert auf, und zerfällt beym Zusatz einer grössern Menge sogleich in basisches und saures Salz. Setzt man aber sodann mehr von dem Salze hinzu, so wird die Flüssigkeit wieder klar; weil dieses Salz nur in gewissen Abständen mit dem Wasser verbunden existiren kann.]

§. 239. Erwägen wir ferner alle bereits angeführten Eigenschaften des Aräons, und nehmen wir zugleich an, dass man dieses Fluidum in irgend einem Raume über verschiedene andere Körper ausgiessen, und dasselbe hierauf abwechselnd bald ausdehnen, bald wieder verdichten könne; so werden wir keinen Augenblick zweifeln, dass jene in demselben eingetauchten Körper einem immerwährenden Wechsel der Wärmecapacität ausgesetzt, und so lange

dieser Wechsel Statt finde, in unaufhörlicher und sehr mannigfaltiger Bewegung erhalten werden müssten. Und vergleichen wir endlich diese Vorstellung mit dem was täglich um uns her geschieht; so werden wir auch sehr bald einsehen müssen: dass sich jenes schwache aber treffende Bild unverkennbar, und auf eine höchst erhabene Weise in der allgemeinen Naturthätigkeit wieder findet; wir werden einsehen, dass ähnliche *Pulsationen* das Wirken der gesammten Natur begleiten, und in dem Einflusse der täglich wiederkehrenden Sonne begründet sind.

§. 240. Täglich steiget nähmlich die wohlthätige Sonne wiederholt an unserm Horizont empor, und erfreuet uns, die dunkle Nacht verscheuchend, mit den Segnungen eines neuen Tages wieder. Der erste Impuls der aufgehenden Sonne äussert sich aber, wie die Erfahrung lehrt (§. 120), immer durch Erleuchtung und darauf folgende Wärmeentwickelung an denjenigen Theilen des Erdballs, welche durch seinen täglichen Umschwung der Sonne zugewendet werden: und die wechselsweise Erwärmung verschiedener Theile der Erde ist also das nächste und täglich sich wiederholende Resultat dieser Einwirkung. — Sobald aber an irgend einem Theile derselben freyes Aräon ausgeschieden wird, so muss dasselbe nothwendig auch seinem eigenthümlichen Gesetze der Bewegung folgen; es dehnt sich daher nach allen Richtungen aus, durchströmt die benachbarten Körper, und bringet endlich, je nachdem diese verschieden sind, alle jene höchst mannigfaltigen und wunderbaren Erscheinungen hervor, welche zusammengenommen die Hauptzüge des vielseitigen Systems der allgemeinen Naturthätigkeit bilden.

§. 241. So wird z. B. die Erdatmosphäre an jenen Stellen, wo sie der Sonne zugewendet ist, zunächst vermöge der allgemeinen Anziehung des Sonnenkörpers ausgedehnt, und erlangt eine grössere Wärmecapacität; daher *die den Sonnenaufgang begleitende Kälte.* Wie aber

dieser Einfluss der Sonne unterbrochen wird, so muss auch jene Ausdehnung wieder verschwinden, und die Wärmecapacität kleiner werden; daher das merkliche *Steigen der Temperatur gleich nach Sonnenuntergang.* — Bey fortgesetzter Einwirkung des Sonnenkörpers wird jedoch die Atmosphäre wieder, und oft bis zu hohen Graden erwärmt, aus Ursachen die uns in der Folge (s. Zers. des Lichtes) vollkommen klar werden sollen; und diese Erwärmung wird wieder dort, wo die Sonne am thätigsten einwirken kann, also zwischen den Wendekreisen, am höchsten steigen, und mithin die Atmosphäre am meisten ausdehnen: wodurch aber, da sich nun dieser Theil des Luftkreises eben durch seine Ausdehnung erheben muss, an der Oberfläche desselben, nach Süden und Norden hin, ein immerwährendes Abfliessen erzeugt wird; während gleichzeitig die kältere, und daher schwerere Luft von Süden und Norden her im untern Raume dem Aequator zufliesset, und im Bestreben das Gleichgewicht wieder herzustellen, jene Strömungen veranlasset, die wir *Wind* nennen: die aber, durch die beständige Umdrehung der Erde, und durch andere locale Ursachen, als Berge, Thäler, chemische Processe u. s. w. sehr mannigfaltig abwechselnde Richtungen erhalten können.

So werden ferner auch jene *Strömungen im Meere* erzeugt, welche das in der heissern Zone erwärmte Wasser nach verschiedenen Richtungen abfliessen machen, und auf diesem Wege andern, und vorzüglich den Polargegenden zuführen; während in der Tiefe des Meeres das kältere, also schwerere Wasser gleichzeitig von den beyden Polen in der Richtung gegen den Aequator hin abfliesset: so zwar, dass durch diese *Strömungen* des *Wassers*, in Uebereinstimmung mit den *Strömungen der Luft*, auf eine höchst wohlthätige Weise, *an den Polen die* alles tödtende *Kälte*, und *am Aequator die*, allen Wesen Zerstörung drohende, *Hitze* unaufhörlich gemildert wird.

So werden endlich auch alle *festen Körper* durch den Einfluss der von der Sonne veranlassten Wärme mehr oder weniger ausgedehnt, und eben dadurch in ihren gegenseitigen Verhältnissen auf mancherley Weise *gestört.*

§. 242. Auf ähnliche Art lassen sich nun schon aus den allgemeinsten Wirkungen der durch die Sonne erregten Wärme, auch mehrere andere Erfolge der Naturthätigkeit ableiten, und viele Erscheinungen erklären; die wir, ohne genaue Bekanntschaft mit den Eigenschaften des Aräons, den unergründlichen Räthseln zuzählen müssten. Bey weitem grösser noch wird uns aber der Einfluss dieses allgemein verbreiteten Fluidums erscheinen, wenn wir dabey die kurze Dauer des Tages, und den wichtigen Umstand erwägen: dass nach Sonnenuntergang die am Tage erzeugte Hitze, den Gesetzen der Wärmeleitung folgend, allmählich wieder verschwinden müsste, und endlich alle Körper auf die letzte Stufe ihrer Ausdehnung zurückkommen, und in ewige Unthätigkeit versinken würden, wenn nicht unaufhörlich ein neuer Tag die ebenfalls nur kurze Nacht ereilte.

§. 243. Wir werden sodann einsehen, wie eben in diesem beständigen *Wechsel von Tag und Nacht* das ewige Wirken der Natur begründet ist; wie dadurch, dass oft die Erfolge einer vergangenen Nacht von den Impulsen des folgenden Tages, und diese wieder von dem Effect der nachkommenden Nacht erreicht werden, und daher nicht selten die Wärme des Tages mit ihren Folgen in der nächsten Nacht, und die Kühle der Nacht mit allen ihren Resultaten am folgenden Tage noch bemerklich wird, die Mannigfaltigkeit dieses Wirkens ins Unendliche vervielfältigt werden kann.

Wir werden uns dann belehren, wie das durch Wärme in Gasgestalt in die Luft übergegangene Wasser, bloss durch Abkühlung der letztern, als *Thau* oder *Nebel,* wieder zur Erde niedersinken, oder wenn erwärmtere Wasser

enthaltende Luftströme, indem sie auf kältere Luftschichten überfliessen, und folglich plötzlich erkalten, oder auf andern Wegen schnelle Abkühlung eintritt, das sich ausscheidende Wasser, nach Maassgabe der herabgesunkenen Temperatur, entweder als *Regen* oder als *Hagel* herabstürzen muss.

Wir werden sodann begreifen, wie es mit den allgemeinen Gesetzen vollkommen verträglich ist (§. 241), wenn von Zeit zu Zeit *grosse Massen Eises* vom *Nord- und Südpole* kommend, in den wärmern Himmelsstrichen die Temperatur unter den sonst normalen Stand herabbringen: denn wir wissen bereits, dass das Wasser beym Gefrieren ein grösseres Volumen und eine geringere Dichtheit erlangt, und eben darum an den Polen, in demselben Maasse als grössere Mengen gefrieren, von dem noch flüssigen Wasser so lange emporgehoben werden muss; bis es endlich durch seine eigene Last zertrümmert in die See stürzt und dann mit dem verdrängten Wasser zugleich in der Richtung gegen den Aequator abfliesset.

Wir werden uns dann überzeugen, wie *durch ungleiche Ausdehnung die Verwandtschaftsreihen verändert*, wie eben durch wechselsweise Ausdehnung und Wiederverdichtung endlich auch *die festesten Körper zerstört* werden können; wie durch die Strömungen der Luft und des Wassers heterogene Körper einander zugeführt, in chemische Action gebracht werden, und so einen unendlichen Wechsel der Erscheinungen veranlassen können; wie endlich das Wasser, wenn es durch Ausdehnung über seine gewöhnliche Höhe steiget, in festen Körpern entstandene Canäle erreichen, und solchergestalt in das Innere der Erde eindringend, durch chemische Reaction mit, daselbst vorfindigen, heterogenen Körpern *Erdbeben*, und die heftigsten *Eruptionen der Vulkane* veranlassen kann.

Wir werden sodann ahnden, wie selbst der *tägliche Umschwung der Erde* um ihre eigene Achse in einer durch

die Sonne bewirkten fortschreitenden Störung des Gleichgewichtes zwischen den festen und flüssigen Theilen des Erdballs begründet seyn, ja wie die durch den Wechsel von Tag und Nacht hervorgebrachten Pulsationen der unorganischen Natur sogar auf die *Bildung* und *Zerstörung organischer Wesen* mächtig einwirken, und das organische Leben bald befördern, bald unterdrücken können.

Wir werden endlich einsehen müssen, *wie das Aräon das unendliche Meer bilde*, *in welchem die Natur alle ihre Functionen durchführet*, und wie wir also mit allen unsern Unternehmungen dem Einflusse seiner Pulsationen (§. 239) unaufhörlich unterworfen sind, und uns solchergestalt von der allgemeinen Naturthätigkeit ein Bild entwerfen, das seines erhabenen Gegenstandes würdig ist.

F. Anwendung des Aräons.

§. 244. Wie nun aber die Natur, durch die Eigenschaften des Aräons, in ihrer grossen Werkstätte arbeitet, so operirt der Chemiker im Kleinen; indem er den Fingerzeigen der grossen Meisterinn folgend, jene Eigenschaften zu seinen Absichten nützet, und alle seine chemischen Operationen darauf gründet. — In vielen Fällen kann er diesen Zweck auch in der gewöhnlichen Temperatur erreichen; mit solchen Körpern nähmlich, deren einer wenigstens schon in gemeiner Temperatur flüssig ist: die wir also nur miteinander in Berührung bringen dürfen, um dadurch das Spiel der chem. Anz. und durch diese auch chemische Prozesse einzuleiten; wie z. B. wenn wir *Zucker* in *Wasser*, oder *Wismuth* in *Azotsäurehydrat* auflösen, oder *Schwefelsäureh.* mit *Kaliumoxydh.* sättigen, u. s. w. — In vielen andern Fällen hingegen ist eine höhere oder niedrigere Temperatur erforderlich, die wir sodann durch künstliche Mittel hervorzubringen suchen; wie z. B. wenn wir *Zinn* und *Kupfer* mit einander dem Feuer aussetzen, damit durch Schmelzung derselben ihre chemische Vereini-

gung möglich; oder wenn wir *Salzauflösungen* erkalten lassen, damit ein Theil des Salzes ausgeschieden werde. — *In keinem Falle sind aber bey gänzlicher Abwesenheit des Aräons* (welche übrigens auch nie Statt finden kann) *chemische Processe denkbar; weil unter solchen Umständen alle Körper starr und fest, und daher der chemischen Thätigkeit unfähig seyn würden.*

§. 245. Das Aräon ist also, wenn wir die alles belebenden Urkräfte ausnehmen, das wichtigste Agens, und muss dieses wohl auch seyn; nachdem dasselbe allenthalben zugegen ist, nachdem alle Körper von demselben durchdrungen werden, nachdem sie alle in demselben eingetaucht sind.

Die Anwendung des Aräons zerfällt übrigens, durch seine Eigenschaften, ebenfalls in jene zwey Hauptzweige, die auch in der allgemeinen Naturthätigkeit sichtbar sind (§. 237), und gründet sich daher entweder auf die *Verdichtung* oder auf die *Ausdehnung (Verdünnung)* der übrigen Körper; je nachdem dabey das Aräon gebunden oder ausgeschieden wird. — Die Erstere wird erlangt, wenn man solche Körper mit einander in Gegenwirkung bringet, welche Vermehrung der Wärmecapacität, und daher die Absorbtion des Aräons veranlassen können, oder sich auch der natürlichen Kälte des Winters bedient. Letztere hingegen wird allemahl durch Verminderung der Wärmecapacität, und zwar am häufigsten durch Zerlegung der Aräoide erzeugt; indem man das Aräon aus diesen Verbindungen durch jenen chemischen Process ausscheidet; dessen Resultate uns als *Feuer* erscheinen, jedoch nur in der Folge, wenn nähmlich von dem hierbey vorzüglich thätigen *Oxygen* die Rede seyn wird, vollständig zu erklären sind.

§. 246. Die auf der Anwendung des Aräons beruhenden chemischen Operationen (§. 142 und s. f.) lassen sich aber auch in einer andern Beziehung unter zwey verschie-

dene Abtheilungen bringen; je nachdem nähmlich das Aräon *unmittelbar* oder *mittelbar* zur Anwendung kommt. — Zur ersten Abtheilung gehören alle jene Fälle, in welchen das freye Aräon für sich allein angewendet wird. Zur zweyten Abtheilung hingegen sind alle jene Fälle zu zählen, in welchen irgend eine andere Flüssigkeit, z. B. *Wasser*, *Weingeist*, *Oehl* u. s. w. als Auflösmittel verwendet, zugleich aber die Thätigkeit derselben durch die gewöhnliche, oder auch durch eine gesteigerte Temperatur, also durch das Aräon, unterstützt wird. Man hat daher auch in der frühern Zeit die erstern, weil man in der Meinung stand, dass bey der Erhitzung keine Flüssigkeit angewendet werde, *Operationen auf trockenem Wege*, die letztern hingegen *Operationen auf nassem Wege* genannt. — Und endlich sind hier auch noch jene *complicirten Operationen* anzuführen, welche aus zweyen der vorerwähnten Fälle, nähmlich aus der Verdichtung und Verdünnung, zusammengesetzt sind (§. 144 und s. f.); weil beyde, wie man wohl einsieht, durch Entbindung und Bindung des Aräons bewirkt werden können.

§. 247. Durch *unmittelbaren* Einfluss des Aräons erzwecken wir also immer entweder die Verdünnung, oder die Verdichtung anderer Körper.

Die *Verdünnung* entstehet immer dann, wenn man das Aräon im Zustande der höhern Verdichtung auf andere Körper einwirken lässt; wobey diese durch ihre Verbindung mit dem Aräon, nach Verhältniss ihrer Cohäsion und ihrer Verwandtschaft zu demselben, ja selbst nach dem Spannungszustande des Aräons in einen mehr oder weniger dünnen oder minder dichten Zustand übergehen. Werden dabey feste Körper tropfbarflüssig, so entstehet die Operation der *Schmelzung;* die nichts anders ist, als eine *Auflösung im Aräon.* Gehen aber feste oder tropfbare Körper dabey in den gasförmigen Zustand über, so erzeugen sich, in verschiedenen Modificationen, die früher angezeigten

Operationen der *Verflüchtigung* oder *Gasification*, die *noch vollständigere Auflösungen im Aräon* sind; oder, wenn man nicht die sich verdünnenden Theile, sondern die Rückstände im Auge behält, die Operationen der *Verdünstung, Abdampfung*, des *Einsiedens*, *Eindickens*, *Austrocknens, Verknisterns*, *Verwitterns*, *Röstens*, *Siedens;* oder, wenn die Gasbildung durch andere chemische Processe begleitet wird, die des *Aufbrausens;* oder es erfolgt wohl auch die *Zersetzung energisch-chemischer Verbindungen*, wenn endlich das verdichtete Aräon gegen die chem. Verw. vorherrschend wird.

Die *Verdichtung* hingegen findet immer dort Statt, wo den Körpern Aräon entzogen wird; indem man sie in eine Umgebung von niedrigerer Temperatur versetzt (§. 245), sey diese natürlich, oder durch die Kunst erzeugt. Die Körper verlieren hierbey ihr Aräon zum Theil, und gehen eben dadurch aus dem gasförmigen in den tropfbaren, oder aus dem gasförmigen und tropfbaren in den festen Zustand über. Auf diesen Uebergang gründet sich das *Verdichten, Stocken*, *Erhärten*, *Gefrieren* und die *Krystallisation auf trockenem Wege.*

Durch die genannten Operationen lässt sich demnach in vielen Fällen die Scheidung heterogener Bestandtheile bewirken: denn sobald man irgend einen zusammengesetzten Körper einer beträchtlichen Temperaturänderung, z. B. einer höheren Temperatur, aussetzet; so wird diese auf verschiedene Bestandtheile desselben auch nach verschiedenen Gesetzen einwirken (§. 216 und s. f.), und während manche derselben kaum merklich ausgedehnt werden, andere wieder entweder in den tropfbaren, oder mit ausserordentlicher Volumsvermehrung in den gasförmigen Zustand versetzen. Diese ausgedehnten (im Aräon aufgelösten) Theile werden daher entweder in tropfbarer Gestalt vom festen Rückstande abfliessen (ausschmelzen), oder, wenn sie die Gasform erlangen, in den Gefässen nicht mehr

Raum finden, und eben darum aus denselben ausströmen müssen. Hiermit ist uns nun aber auch das beste Mittel zur mechanischen Absonderung dargebothen: denn wir werden nun die tropfbaren Theile nur abgiessen, die gasförmigen aber, je nachdem sie die gesuchten Producte und Educte sind oder nicht, entweder in die Atmosphäre entweichen lassen, oder nöthigenfalls auch aufsammeln können.

§. 248. Die *mittelbare* Anwendung des Aräons findet hingegen Statt, wenn wir dichtere Körper mit irgend einer tropfbaren Flüssigkeit, z. B. *Wasser*, *Weingeist* und s. w. in Gegenwirkung bringen, und auch hier erfolgt entweder Verdichtung oder Verdünnung, je nachdem das angewendete Fluidum mit den festen Körpern zu verbinden, oder von denselben abzuscheiden ist.

Auf der *Verdünnung*, also Verbindung dichterer Körper mit der angewendeten Flüssigkeit beruhen, wenn sie *total* ist, die Operationen der *Auflösung* und *Amalgamation*, und wenn sie *partiell* ist, die *Extraction*, *Infusion*, *Decoction*, *Maceration*, *Auslaugung*, *Aussüssung*, u. s. w.

Auf die *Verdichtung*, also Ausscheidung verdichteter Theile dagegen gründet sich die *Krystallisation auf nassem Wege*, die *Präcipitation* u. s. w., und wenn die Verdichtung einer Gasart mit einer tropfbaren Flüssigkeit eingeleitet und also zugleich auch die Wärmecapacität vermindert wird, die *Absorbtion.*

Diese Operationen leisten uns folglich ähnliche Dienste wie die durch unmittelbare Anwendung des Aräons eingeleiteten (§. 247); denn auch hier werden dichtere Materien durch ihre Verbindung mit dem minder dichten Auflösmittel in den flüssigen Zustand versetzt, oder umgekehrt durch Ausscheidung vom Auflösmittel getrennt. Sie unterscheiden sich aber dennoch von jenen sehr wesentlich schon dadurch, dass die in Beziehung kommende Flüssigkeit nicht selbstständig thätig ist, sondern nur durch das Aräon, dessen Beymischung sie auch ihren eigenen flüssi-

gen Zustand verdanket, wirken kann; daher denn auch, wie die Erfahrung lehrt, ihre Wirksamkeit durch Erhöhung der Temperatur beträchtlich vermehrt, durch Herabsetzung der Temperatur aber eben so sehr vermindert, oft sogar gänzlich aufgehoben wird. — Noch wichtiger in seinen Folgen ist jedoch ein anderer Unterschied, der nähmlich, dass bey der mittelbaren Benützung des Aräons Flüssigkeiten zur Anwendung kommen (Alkohol, Aether, Wasser u. s. w.); die nach beendigter Operation mit den aufgelösten Theilen verbunden bleiben, und so oft diese letztern abgesondert darzustellen sind, nur durch neue Operationen entfernt werden können; während das Aräon, wie wir bereits wissen (§. 181), ohne unser Zuthun, schon durch die sogenannte Abkühlung, zu entweichen pflegt: ein Umstand, um dessentwillen die unmittelbare Anwendung des Aräons an Mannigfaltigkeit und Bequemlichkeit sehr gewinnt, und vor der mittelbaren entschiedene Vorzüge besitzt.

[Dieser Unterschied ist auch um so grösser, je weniger flüchtig die verwendeten Auflösmittel sind. Daher stehen unter den verschiedenen Auflösmitteln die Gasarten und der Aether und dgl. dem Aräon näher als der Alkohol, das Wasser, und die Säuren: welche immer mehr oder weniger Hitze zu ihrer Entfernung erfordern; während die Luftarten und der Aether schon in gemeiner Temperatur, obwohl langsamer als das Aräon, verflüchtiget werden, und die aufgelösten Theile zurücklassen.]

§. 249. Auf die Anwendung des Aräons gründen sich ferner auch mehrere *complicirte Operationen*, die aber immer aus der Verdünnung und Verdichtung zusammengesetzt sind, und also auf der Aufnahme und Wiederausscheidung des Aräons beruhen.

So z. B. bewirken wir die *Zerstörung des Zusammenhanges* selbst in den cohärentesten festen Körpern, wenn wir dieselben, die Natur nachahmend (§. 241), in schneller Abwechselung wiederholt ausdehnen und wieder ver-

dichten; indem wir solche Körper, z. B. den *Kieselstein*, mehrmahl stark erhitzen, und schnell in kaltem Wasser wieder abkühlen: wobey die Theilchen des Kieselsteins, da die Ausdehnung wie die Verdichtung sehr ungleichförmig vor sich gehet, allmählich aus der Distanz der Cohäsionsthätigkeit entfernt werden, und endlich der ganze Stein in Pulver zerfällt.

So entstehen ferner aus der Vereinigung zweyer einfacher Operationen, die *Destillation*, die *Sublimation*, die *Cämentirung*, das *Zerfliessen*, die *Auswitterung*, das *Verpuffen* u. s. w. (§. 144).

§. 250. Alle diese Operationen (§. 244 bis 249) können aber auch verschiedentlich modificirt werden durch den äussern Druck, dem die Gegenstände der Operationen ausgesetzt sind; und man hat von diesem Umstande bereits sehr nützliche Anwendungen gemacht, unter welchen die Erhöhung wie die Herabsetzung des Siedepunctes durch Steigerung oder Verminderung des Druckes obenan stehen. Das erstere geschieht bey der Anwendung geschlossener Gefässe, welche über den zu siedenden Flüssigkeiten mit Luft erfüllt sind (§. 224); das letztere in eben solchen Gefässen aus welchen man die Luft ausgepumpt, und also die zu siedende Flüssigkeit vom Drucke der Atmosphäre befreyt hat. Verrichtet man insbesondere in solchen Gefässen, die zugleich mit einer Vorlage luftdicht verbunden, und dann ausgepumpt worden, die Destillation; so erfolgt diese begreiflicher Weise schon bey einer niedrigern Temperatur, als unter dem Drucke der Atmosphäre, und eine solche Operation heisset dann die *Destillation im luftverdünnten Raume*, oder die *Destillation unter vevmindertem Drucke* (§. 224).

§. 251. Auf die Eigenschaften des Aräons gründen sich endlich auch noch viele andere Vorkehrungen, die uns im gemeinen Leben wie in den Künsten, mancherley Vortheile gewähren. — So bauen wir z. B. in unsern

Wohnungen und Werkstätten, wenn wir schnelle Beheitzung erzielen wollen, die *Oefen aus guten Wärmeleitern*, d. i. aus *Metallen*; oder, wenn die Erwärmung nur allmählich geschehen, aber andauernder seyn soll, aus minder guten Wärmeleitern, z. B. aus *gebranntem Thon*, *Graphit*, *Steingut*, *Fayence*, oder *Porzellan*. Die *Wohnungen* selbst aber bauet man aus möglichst schlechten Wärmeleitern, oder versieht sie, wenn sie aus Steinen oder Ziegeln gebauet sind, doch wenigstens mit hölzernen Fussböden und Tapeten; damit die vorhandene Wärme weniger abgeleitet werde. — Wir belegen ferner die *chemischen Oefen* mit den schlechtesten Wärmeleitern, z. B. mit *ungebranntem Thon*, damit das Aräon so viel möglich auf die Arbeitsgefässe concentrirt werde. — Wir verfertigen, um uns gegen die Kälte zu schützen, unsere *Kleider* aus den schlechtesten Wärmeleitern, d. i. aus *Hanf*, *Flachs*, *Baumwolle*, *Wolle*, *Seide*; damit die im Organismus erzeugte Wärme nicht zu schnell abgeleitet werde. — Wir schützen ferner auch die Pflanzen gegen den Frost, indem wir sie den Winter hindurch mit schlechten Wärmeleitern, z. B. mit *Erde*, *Stroh*, oder *Moos* u. s. w. bedecken. — Wir bedienen uns endlich der Ausdehnung, welche andere Flüssigkeiten durch die Vereinigung mit dem Aräon erleiden, nicht selten, um sie selbst in Bewegung zu setzen.

[So z. B. lässt sich ein immerwährendes Ab- und Zufliessen der Flüssigkeiten bewirken, wenn man sie in zwey sehr hohe Gefässe füllet, die oben und unten durch Comunicationsröhren mit einander verbunden sind, und hierauf eines der Gefässe anhaltend erhitzt: denn es wird sodann die erwärmte Flüssigkeitssäule, weil sie weniger dicht ist als die kalte im andern Gefässe, auch höher werden (§. 79), und eben darum durch die obere Communicationsröhre fortwährend in das andere Gefäss abfliessen müssen; während aus diesem durch die untere Röhre die kältere Flüssigkeit in das erstere Gefäss übertritt, und also ein Kreislauf entstehet, welcher so lange fortdauert, als in einem Gefässe die Erhitzung, im andern dagegen die Abkühlung Statt findet. — In andern Fällen wieder werden

erhitzte Flüssigkeiten auf bedeutende Höhe gehoben, indem man sie in einem verschlossenen Gefässe, in welches eine offene Röhre dergestalt eingesetzt ist, dass sie nahe am Boden des Gefässes mit einem Ende, oberhalb der Gefässe aber mit dem andern Ende dahin ausmündet, wo die Flüssigkeit ausgegossen werden soll — zum Sieden bringet; denn sobald die Dampfentwickelung beginnet, so wird, da alle andern Auswege mangeln, die Spannung der Dämpfe endlich so sehr auf die Flüssigkeit drücken, dass sie durch die Röhre ausströmen muss.]

§. 252. Umgekehrt suchen wir eben so nicht selten durch Kälte, also Entziehung des Aräons, mancherley Absichten zu erreichen. So legen wir *Fleisch* oder andere *organische Substanzen* auf das Eis, um sie durch Entziehung des Aräons gegen die Verderbniss zu schützen. — Wir setzen gemischte Flüssigkeiten dem Froste aus, damit ein Theil des darin enthaltenen Wassers gefriere und sodann beseitiget werden könne; wie diess bey der *Verstärkung des Weines*, *Essigs* u. s. w. geschieht. — Getränke und Speisen verschiedener Art werden, um *erfrischender* zu seyn, auf gleiche Weise erkältet; das unter dem Nahmen des *Gefrornen* oder *Eiscrem's* bekannte Confect ist nichts anderes, als eine Mischung von Fruchtsäften mit Zuckersäften oder Milch, und allenfalls etwas Hausenblase, die man durch Kälte zum Gefrieren gebracht hat. — Ja wir bedienen uns dieses Mittels sogar auch zur Hervorbringung mechanischer Gewalt. So z. B. werden *Steine*, *feste Hölzer* und dgl. *gesprengt*, wenn man Löcher einbohret, diese mit Wasser füllet, und dann den Frost einwirken lässt; damit die Volumsvermehrung des Wassers während seiner Krystallisation die beabsichtigte Wirkung leiste.

Oft dient zu diesen Absichten der natürliche Frost des Winters, oder das für den Sommer in tiefen Gruben aufbewahrte Eis. Oft wird aber die Kälte durch Verdünstung sehr flüchtiger Substanzen, und durch *Frostmischungen* künstlich bewirkt; welche immer aus solchen Körpern zusammengesetzt werden, die durch Vereinigung im zweyten

Grade der chem. Anz. Verbindungen von sehr vermehrter Wärmecapacität bilden (§. 199).

[Die wohlfeilsten *Frostmischungen* sind die aus Salzen und Schnee, Eis oder Wasser; weil man sie nachher wieder Abdampfen, und die Salze zurück erhalten kann. Die Salze müssen aber fein gepulvert werden, damit sie sich inniger mit dem Schnee oder Eis oder Wasser vermengen lassen. Gemenge dieser Art sind z. B. *a*) 1 Th. muriumsaures Calciumoxyd (welches nach dem Abdampfen pulverisirt und durch ein feines Sieb durchgeschlagen worden ist, und also bereits sein Hydratwasser angezogen hat (§. 200), und $\frac{1}{2}$ bis 1 Th. Schnee, oder Eis. Mit dieser Mischung, besonders wenn sie in Massen von 15 — 20 Pf. angewendet wird, hat man schon Massen von 50 Pf. Mercur zum Gefrieren gebracht, wenn auch der Schnee sehr kalt war. Kleinere Mengen Mercurs kann man aber auch schon mit Mischungen von 1 Pf. zum Gefrieren bringen, besonders, wenn man es nach einiger Zeit wieder in eine frische Mischung bringet, und um die Wärmezuleitung zu vermindern hölzerne Gefässe anwendet. Eben so lässt sich tropfbares Ammoniak und Aether zum krystallisiren bringen; *b*) 57 Th. muriumsaures Kaliumoxyd, 32 Th. muriumsaures Ammoniak, 10 Th. azotsaures Kaliumoxyd; das Ganze mit seinem 4fachen Gewicht Wasser, oder besser mit Schnee vermischt; *c*) 5 Th. muriumsaures Ammoniak, 5 Th. azotsaures Kaliumoxyd, 16 Th. kaltes Wasser; *d*) 9 Th. kryst. und fein gepulvertes phosphors. Sodiumoxyd, 4 Th. verdünnte Azotsäure. Diese Mischung ist zwar kostspieliger, aber die Temperatur soll dabey nach *Berzelius* von $+10^0$ auf -24^0 C. sinken.

Alle solche Mischungen haben jedoch ihre Gränze, weil sie nicht weiter zu benützen sind, als bis zu ihrem Gefrierpuncte, wo sie fest werden. Viel weiter kommt man also mit Substanzen, die nicht gefrieren, als z. B. mit Säuren; weil sich dabey die Erkältung gleichsam bis ins Unendliche vervielfältigen lässt. Mischt man nähmlich z. B. verdünnte Schwefelsäure mit Schnee, so entstehet zwar eine nicht sehr grosse Kälte; aber man kann nun in dieser Mischung zwey Gefässe, mit Schnee und einer neuen Portion Schwefelsäure, einsetzen, und diese nach dem Erkalten wieder mischen, und je nachdem man diess oft wiederhohlt, eine sehr grosse Kälte erzeugen.

Die auffallendsten Erfolge hat man aber bis jetzt in dieser Beziehung wahrgenommen, wenn sehr flüchtige Substanzen mit

Hülfe der Luftpumpe zur schnellen Gasification veranlasset wurden (§. 198). — Mit der vorher tropfbar gemachten schwefligten Säure (§. 228) brachte *Bussy* das Mercur schnell zum Erstarren, eben so Weingeist (von 8,500 Dichth.), aber nicht den Alkohol und Aether; obwohl die Temp. bis — 68° C. sank. — Ganz neu hat endlich *B. Edelcranz* vorgeschlagen, dass man die Luft comprimiren, dann möglichst erkalten, dann sich wieder ausdehnen lassen, und, nach dem vorhin bey Anwendung der Schwefelsäure angeführten Prinzip, in dieser Luft andere Luft erkühlen, und mit dieser wieder so verfahren soll, u. s. f.; um auf solche Art das Erkalten immer weiter zu treiben.

Leslie brachte das Wasser durch seine eigene Verdünstung zum Gefrieren, indem er in den Recipienten einer sehr guten Luftpumpe eine flache Schale mit concentr. Schwefelsäure, muriums. Calciumoxyd, stark getrocknetem Hafermehl, oder andern das Wasser begierig anziehenden Substanzen, und darüber eine kleinere Schale mit 2—3 Loth Wasser setzte, und hierauf die Luft auspumpen liess. Es ist klar, dass hier die Substanzen der untern Schale, das verdampfte Wasser schnell anziehend, den Effect vermehrten. — Dieser und ähnlicher Methoden hat man sich in neuerer Zeit oft bedient, um organische, leicht zersetzbare Körper, ohne Erhöhung der Temperatur abzudampfen oder auszutrocknen; indem man sie an die Stelle des Wassers in den Recipienten der Luftpumpe brachte.

Eine minder ausgiebige, aber auch sehr wohlfeile Methode ist endlich die, durch welche man sich in warmen Ländern, in Spanien, Ungarn, in der Wallachey u. s. w. im Sommer kühles Trinkwasser bereitet. Man bedient sich hierzu der Töpfe oder Krüge von porösem gebranntem Thon (sie heissen in Spanien *Algarazza's*), in welche das Wasser gefüllt und der Luft ausgesetzt wird. Der Inhalt dieser Krüge wird dann bald beträchtlich erkühlt; weil das Wasser langsam durchschwitzt, und auf der Oberfläche der Gefässe vermöge seiner Verwandtschaft zur Luft in dieser zur Gasform aufgelösst (verdünstet) wird: wobey also eine vermehrte Wärmecapacität der Mischung eintritt, und eben darum jenen Gefässen und ihrem Inhalte Aräon entzogen wird.] (*)

§. 253. In allen Fällen, wo man auf die Eigenschaften des Aräons unsere Arbeiten gründet, müssen wir aber, wie leicht einzusehen, sehr verschwenderisch mit dieser

Flüssigkeit umgehen; weil wir sie in kein Gefäss einschliessen können, und daher gezwungen sind, dieselbe immer in übermässigen Quantitäten zur Anwendung zu bringen, und in den meisten Fällen mehr davon an die Umgebung zu verlieren als wirklich für den Zweck verwendet wird. Wir pflegen also eben darum bey den meisten dahin gehörigen Experimenten in irgend einem Raume, der grösser ist als die zu bearbeitenden Körper und Gefässe, Wärme oder Kälte zu erregen, und jene Körper in diesem Raume, der nun eine Atmosphäre von mehr oder weniger verdichtetem Aräon darbiethet, einzutauchen, damit die beabsichtigte Wirkung erfolge. — So geschieht es wenn man kaltmachende Mischungen bereitet, in deren Mitte die zur Erkältung eingesetzten Gefässe ihren Zweck zwar erreichen, während aus der ganzen Umgebung Aräon einströmt, und den grössten Theil des Effectes der Frostmischungen unnützerweise consumirt. — So geschieht es auch mit unsern Feueranstalten; wo wir — mit Ausnahme jener wenigen Fälle, in welchen der Ofen in die zu erwärmende Flüssigkeit eingetaucht wird, z. B. bey Erwärmung des Wassers und der in den Wohnungen befindlichen Luft — im grössern Feuerraume des Ofens Feuer unterhalten, um kleinere Gefässe oder andere Gegenstände darin der Wirkung des verdichteten Aräons auszusetzen; und wo wir ohne Zweifel den grössten Theil des Aräons durch die Oeffnungen und Wände des Ofens unbenützt entweichen sehen. — Dass aber mit diesen Umständen auch ein wesentlicher Vortheil verbunden sey, wurde früher schon (§. 248) nachgewiesen.

§. 254. Aus allem Angeführten gehet endlich klar hervor, dass also das Aräon in dem kleinen *Laboratorium* des Chemikers eben so thätig ist, und eben so einflussreich, wie in der grossen Werkstätte der Natur. Es ist ohne Zweifel unter allen dem Chemiker zu Gebothe stehenden Mitteln das wichtigste, und zugleich bey allen chemischen Pro-

cessen das wirksamste Agens: dessen Daseyn jedoch — wenn es an der gehörigen Aufmerksamkeit mangelt, oder wenn die Gewohnheit sich mit halben Begriffen befriedigen zu lassen, vorwaltend wird — unsern beschränkten Sinnen sehr leicht entgehet; dessen richtige Erkenntniss dagegen einen tiefen Blick in die Geheimnisse der Natur gewähren, und zu vielen bisher unerklärten Räthseln den Schlüssel darbiethen kann.

Da nun aber so viele durch das Aräon bewirkte Phänomene auf eine eben so einfache, als mit der Analogie der Eigenschaften anderer Stoffe übereinstimmende Weise zu erklären sind, wenn wir die Ursache derselben in einem eigenthümlichen flüssigen Stoffe suchen; so ist also auch kein Grund vorhanden, der uns berechtigen könnte, bey dem ersten besten Hindernisse sogleich nach sonderbaren Hypothesen zu haschen: die zwar einzelne Erscheinungen — für welche sie ersonnen wurden — allerdings vortrefflich erklären; in vielen Fällen aber nicht zureichend sind, und uns eben darum, indem wir solche Schwächen decken wollen, so lange zur Aufstellung neuer Modificationen und neuer Eigenschaften zwingen, bis wir endlich, einen paradoxen Satz auf den andern häufend, unsere Lehrgebäude zu einer schwindelnden Höhe, und zu einer kaum noch begreiflichen Complication erheben, und uns so den Weg zur klaren Einsicht in das einfache und sehr leicht zu begreifende Wirken der Natur, mit selbst geschaffenen Bollwerken verrammeln müssen.

Zweytes Kapitel.

Oxygen.

§. 255. Das *Oxygen* = O = 100,000 (der *Sauerstoff*, *Säure erzeugende Stoff*, *Oxygenium*) ist isolirt noch nicht dargestellt; doch hat man dessen Daseyn aus seinen Verbindungen erschlossen; deren Mannigfaltigkeit und

Menge zur Annahme berechtiget, dass das Oxygen zunächst dem Aräon am häufigsten am Erdball vorkomme. Es machet einen wesentlichen Bestandtheil aller organischen, und fast aller unorganischen Körper aus, verbindet sich mit allen andern Stoffen ohne Ausnahme, und spielt daher in der allgemeinen Naturthätigkeit eine höchst wichtige Rolle.

Verbindungen des Oxygens.

I. Verb. des Oxygens auf der 1. Stufe der Zusammens.

Verbindungen des Oxygens mit Aräon.

§. 256. Das Oxygen verbindet sich mit dem Aräon in sehr verschiedenen Verhältnissen, und man hat wohl die den Sinnen am meisten auffallenden Abstufungen in diesen Verbindungen auch frühzeitig erkannt, aber für eben so viele verschiedene Wesen oder Stoffe angesehen, und eben darum auch auf eine verschiedene Weise benannt, und selbst bey dieser Benennung oft mehrere Abstufungen jener Verbindungen unter einem Nahmen vereinigt. Die hier in Frage stehenden Verbindungen des Oxygens mit Aräon sind jene, die man *Oxygen*, *Magnetismus*, *Elektricität* und *Licht* nannte, und das folgende Schema wird zeigen, wie viel Abstufungen der 13 (nach dem bisherigen Wissen wahrscheinlichen) *Oxygenaräoide* dabey unter einem Nahmen begriffen wurden, und wie die ganze Reihe der Oxygenaräoide, nach der steigenden Menge des Aräons, auf einander folget.

O (erste Modif.) — O (zweyte Modif.) — O (dritte Modif.) } des Oxygens

O (magnet. Mat.) } Magnetismus

O (galvanische) — O (gemeine) } Elektricität

O (violette) — O (indigblaue) — O (blaue) — O (grüne) — O (gelbe) — O (brandgelbe) — O (rothe) } Strahlen des Lichtes, oder: Licht.

In diesem Schema hat man, um eine deutliche Uebersicht zu gewinnen, die steigende Menge des Aräons in der früher (§. 26) angedeuteten Art, so wie sie muthmasslich seyn dürfte, mit Puncten angedeutet; doch muss ausdrücklich bemerkt werden, dass hiermit nur das gegenseitige Verhältniss der verschiedenen Oxygenaräoide, keinesweges die absolute Menge des Aräons bezeichnet werden wollte: die vor der Hand bey der Uneinschliessbarkeit dieses Stoffes noch nicht ausgemittelt werden konnte.

In der Folge wird man sich allemahl, wenn nicht bekannt ist, mit dem wievielten Aräoid man zu thun hat, des Zeichens $\underline{O}$ bedienen (§. 26).

Es ergibt sich aus dem obigen Schema ferner, dass man drey verschiedene Aräoide des Oxygens schlechthin *Oxygen*, zwey andere *Elektricität*, und noch sieben andere *Licht*, und endlich eines derselben *Magnetismus* genannt hat, und es wird sich in der Folge zeigen, dass man hierzu durch die grosse Aehnlichkeit im Verhalten jener Oxygenaräoide, welche unter einem Nahmen begriffen wurden, veranlasset worden ist. Unter jenen vier Benennungen, Oxygen, Magnetismus, Elektricität, und Licht, werden nun, damit man von dem üblichen Sprachgebrauch nicht zu sehr abweiche, auch hier die Oxygenaräoide abgehandelt werden; doch wird man am gehörigen Orte auch auf die einzelnen Aräoide eingehen, durch deren Vernachlässigung bisher sehr viele consequent zu definirende Erscheinungen unerklärt geblieben sind.

A. Oxygen. (Erstes, zweytes und drittes Oxygenaräoid).

§. 257. Dasjenige, was man bisher in der Chemie *Oxygen* genannt hat, biethet sich der Beobachtung in drey Modificationen dar, nach welchen man zu schliessen veranlasset wird, dass bisher die drey ersten Oxygenaräoide (§. 256) nähmlich $\underset{\cdot}{O}$, $\underset{\cdot\cdot}{O}$, und $\underset{\cdot\cdot\cdot}{O}$ für eine und dieselbe

Verbindung angesehen, daher auch mit einem gemeinschaftlichen Nahmen belegt, und eben darum unaufhörlich mit einander verwechselt worden sind. — Wir werden sie hier einzeln abhandeln, und der Erfolg wird zeigen, wie viel dadurch für die Wissenschaft gewonnen wird.

a) Oxygen. (Erstes Oxygenaräoid).

§. 258. Das *erste Oxygenaräoid* = $\underset{\cdot}{O}$ ist isolirt nicht darstellbar, also auch nach seinen Eigenschaften nicht gekannt. Die Existenz desselben erweiset sich jedoch schon dadurch, dass man sehr oft das Oxygengas (= $\underset{\cdot\cdot\cdot}{O}$) mit andern Körpern zur festen Form sich vereinigen sieht, und dabey eine beträchtliche Temperaturerhöhung wahrnimmt: die aber allemahl nur dadurch entstehen kann, dass ein Theil des Aräons ausgeschieden, und also das Oxygen nur als niedrigeres Aräoid mit jenen Körpern verbunden worden ist (§. 260).

b) Oxygen. (Zweytes Oxygenaräoid).

§. 259. Das *zweyte Oxygenaräoid* = $\underset{\cdot\cdot}{O}$ ist gleichfalls isolirt nicht darstellbar, und mithin auch nach seinen Eigenschaften nicht gekannt. Aber seine Existenz gibt sich dadurch kund, dass sehr oft aus Oxygengas (= $\underset{\cdot\cdot\cdot}{O}$) und andern Körpern tropfbarflüssige Verbindungen gebildet werden, und dabey eine bemerkbare Temperaturerhöhung erfolgt; aus welcher, wie bey der Entstehung des $\underset{\cdot}{O}$ (§. 258) abzunehmen ist, dass ein niedrigeres Oxygenaräoid gebildet, und mit jenen Körpern verbunden wurde (§. 260).

c) Oxygengas. (Drittes Oxygenaräoid).

§. 260. Das *dritte Oxygenaräoid* = $\underset{\cdot\cdot\cdot}{O}$ = 100,000, gewöhnlich *Oxygengas* (Sauerstoffgas, Lebensluft, Feuerluft, dephlogistisirte Luft, *Gas oxygenium*) genannt, wird zwar täglich durch den Vegetationsprocess in ungeheurer

Menge erzeugt; kommt aber dennoch im freyen Zustande in der Natur nicht vor, weil es unaufhörlich von andern Körpern wieder consumirt wird. Als Bestandtheil findet sich dasselbe in der atm. Luft mit 0,21 des Vol., und ausserdem im comprimirten Zustande wahrscheinlich auch in einigen flüssigen und festen Körpern, die eben darum zu Verpuffungen und Explosionen geneigt sind. Dieses Gas wurde 1774 von *Pristley* entdeckt, und 1775 auch von *Scheele* auf andern Wegen gewonnen.

a) *Darstellung des Oxygengas.*

§. 261. Das reinste Oxygengas erhält man durch Erhitzung des 6fach ox. muriumsauren Kaliumoxydes in einer Retorte; wobey dieses Salz dergestalt zersetzt wird, das muriumsaures Kaliumoxyd im Rückstande bleibt, während Oxygengas (0,39 des Salzes) entweichet. Soll aber das Gas vollkommen rein seyn, so muss man die zuerst übergehende Portion entweichen lassen, um damit zugleich auch die atm. Luft aus der Retorte zu entfernen. Oder man setzt dem Salze einige Tropfen Wasser zu, damit dieses zuerst verflüchtiget werde, und zugleich die Luft aus der Retorte entferne; in welchem Falle letztere jedoch gegen plötzliche Abkühlung zu schützen ist, weil sonst Wasserdampf verdichtet werden und den Uebertritt des Sperrmittels aus der pmeumatischen Wanne in die Retorte veranlassen kann. Auch ist als Sperrmittel das Mercur angewendet worden, weil das Wasser immer etwas atm. Luft enthält, die das Oxygengas verunreinigen würde.

[Man gewinnt das Oxygengas ferner: *a*) durch Erhitzung aller durch Hitze reducirbaren Oxyde, als des Gold-, Platin-, Silber- und Mercuroxydes, unter Rücklassung der Metalle; *b*) durch Erhitzung bis zum Glühen der Hyperoxyde des Bleyes, Kobalts und Mangans, unter Rücklassung der Oxyde dieser Metalle (das letztere hinterlässt Manganoxyduloxyd, und liefert oft ein mit Carbonsäure verunreinigtes Gas, was aber zu vermeiden ist, wenn man das Gas durch Kalkmilch strömen lässt); *c*) durch

Erhitzung des Manganhyperoxydes mit conc. Schwefelsäure, wobey schwefels. Manganoxydul gebildet und das überschüssige Oxygengas ausgeschieden wird; *d*) durch Erhitzen des azotsauren Kaliumoxydes, wobey dieses Salz dergestalt tumultuarisch zersetzt wird, das Oxygengas, und gegen Ende der Oper. auch Azotsuboxydul entweicht, und, je nachdem die Hitze länger gedauert hat, unterazotigs. Kaliumoxyd, oder Azotoxydul- oder Azotoxyd- Kaliumoxyd im Rückstande bleibt (dieses Gas ist meistens mit Azotsuboxydulgas verunreinigt); *e*) wenn man das im Sonnenlicht sich aus den lebenden Pflanzen entbindende Oxygengas sammelt, was aber nicht practisch ist.

Ob das Oxygengas rein sey erfährt man, wenn es mit seinem zweyfachen Volumen Hydrogengas über Quecksilber in einer starken Röhre entzündet wird; wobey es in Wasser übergehet, und durchaus nichts anderes übrig bleiben darf. Jeder gasförmige Rückstand deutet auf fremde Beymischungen.]

β) *Eigenschaften des Oxygengas.*

§. 262. Es ist gasförmig, sehr elastisch also auch sehr compressibel, doch durch mechanische Gewalt nicht bis zur tropfbaren Form verdichtbar, farblos, geschmacklos, geruchlos, dessen Dichtheit (nach *Berzelius* und *Dulong*, die Dichth. der atm. Luft = 1 gesetzt) = 1,1026, dessen Wärmecapac. = 0,242. Es wird durch Erhitzung bis ins Unendliche ausgedehnt, ist nicht brennbar; unterhält aber das Verbrennen anderer Körper besser als irgend eine andere Substanz, und mit starker Wärme- und Lichtentbindung. Auf Lakmus und Calciumoxydauflösung wirkt es nicht. Vom Wasser wird es in geringer Menge absorbirt. Wird dasselbe eingeathmet, so steigert es den Lebensprocess auf eine angenehme Weise; erzeugt jedoch bey zu häufigem Genuss entzündliche Zufälle, und für Lungenkranke offenbare Gefahr.

γ) *Zersetzungen des Oxygengas.*

§. 263. Da alle übrigen Stoffe zum Oxygen eine sehr grosse Verwandtschaft besitzen, so wird das Oxygengas

von sehr vielen Körpern zersetzt; indem es einen Theil des Aräons fahren lässt, und als niedrigeres Aräoid mit denselben verbunden wird. Der chemische Process, durch welchen diess geschieht, ist aber bey verschiedenen Körpern von eben so verschiedenen Erscheinungen begleitet. — Einige Körper zerlegen nähmlich das Oxygengas ohne auffallende Phänomene, indem sie das niedrigere Oxygenaräoid allmählich absorbiren, und das überschüssig werdende Aräon im freyen Zustande ausscheiden, und daher, je nachdem der Process schneller oder langsamer verläuft, momentan eine stärkere oder geringere Steigerung der Temperatur veranlassen. — Andere wieder entbinden dabey, indem sie das Oxygengas tumultuarisch zersetzen, zugleich mit dem Aräon auch mehr oder weniger Licht (vielleicht auch Elektricität). — Bey noch andern endlich erfolgt die Zersetzung des Oxygengas, je nachdem sie durch einer höhere Temperatur von Aussen mehr oder weniger unterstützt wird, bald mit, bald ohne Lichtentbindung.

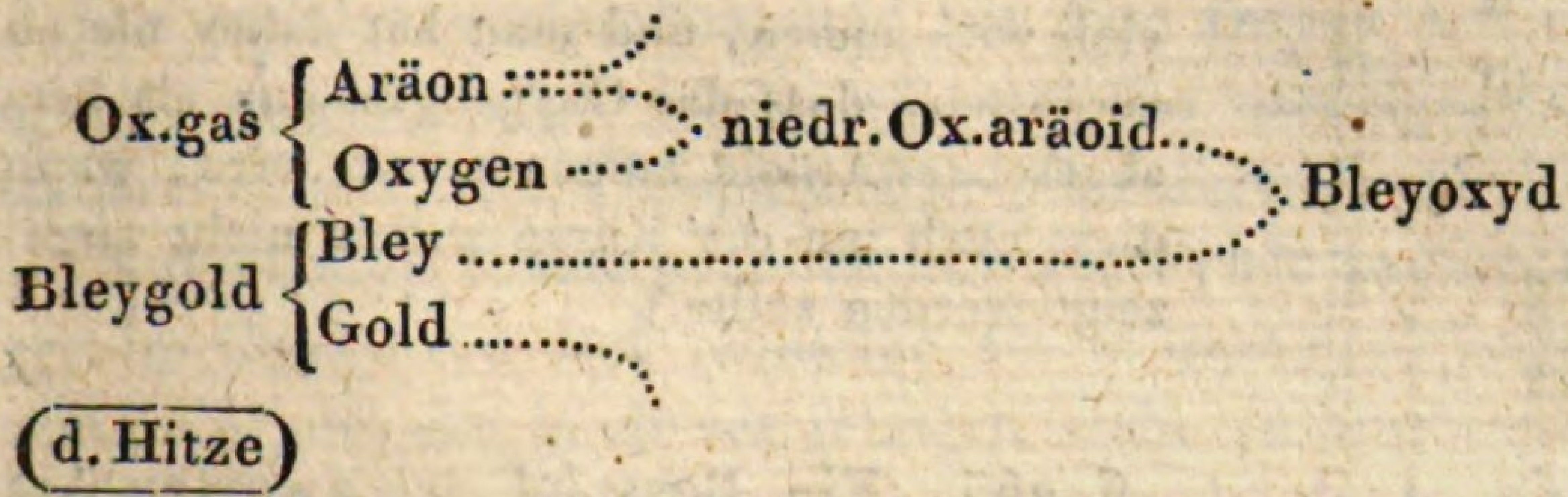
§. 264. Ein Beyspiel der ersten Art ergibt sich, wenn *Kalium* oder *Sodium* unter einer Glasglocke mit Oxygengas in Berührung gebracht wird.

Oxygeng. { Aräon
Oxygen ⋯ niedr. Oxygenar. ⋯ K. hyperox.
Kalium ⋯

Das Oxygengas wird hier durch das Kalium zersetzt, indem sich dasselbe mit dem herabgesetzten Oxygenaräoid zu Kaliumhyperoxyd verbindet, und das übrige Aräon ausscheidet; welches aber, da der Process nur langsam vor sich gehet, auch nur mit geringer Temperaturerhöhung resultirt. — Noch viel langsamer erfolgt die Zersetzung, wenn *Mangan* oder *Arsenik* und dgl. auf das Oxygengas wirket; wobey diese Metalle nach längerer Zeit erst den Glanz verlieren, und auf ihrer Oberfläche in Oxyde übergehen;

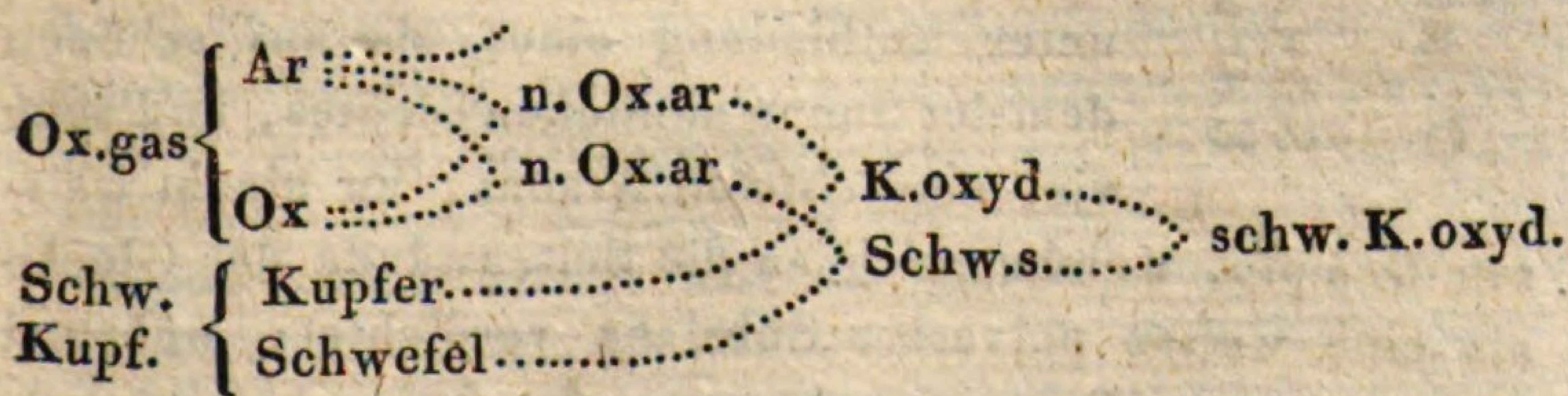
und daher momentan kaum eine merkliche Steigerung der Temperatur veranlassen können.

Solche Zersetzungen des Oxygengas erfolgen aber auch oft in Fällen, wo der zersetzende Körper mit andern Körpern bereits verbunden ist, so zwar, dass derselbe jene Körper verlässt, um sich mit dem Oxygen zu vereinigen. So wird z. B. wenn man eine Verbindung von Bley und Gold erhitzt,

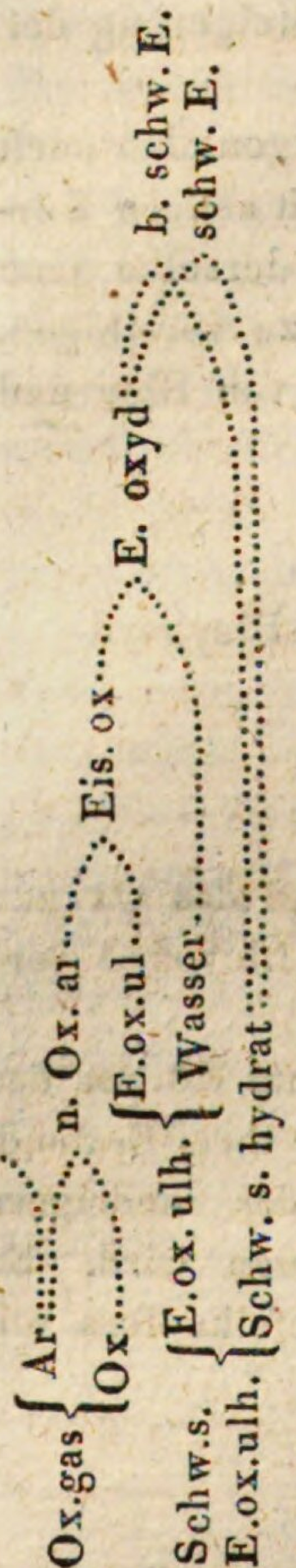


das Gold metallisch ausgeschieden, während das Oxygen als niedrigeres Aräoid mit dem Bleye zu Bleyoxyd vereinigt wird.

Ja es geschieht oft, das zusammengesetzte Körper das Oxygengas dergestalt zersetzen, dass keiner ihrer Bestandtheile ausgeschieden, sondern vielmehr das niedrigere Oxygenaräoid in die Mischung aufgenommen wird. So z. B. wird bey der Erhitzung des Schwefelkupfers mit Oxygengas,



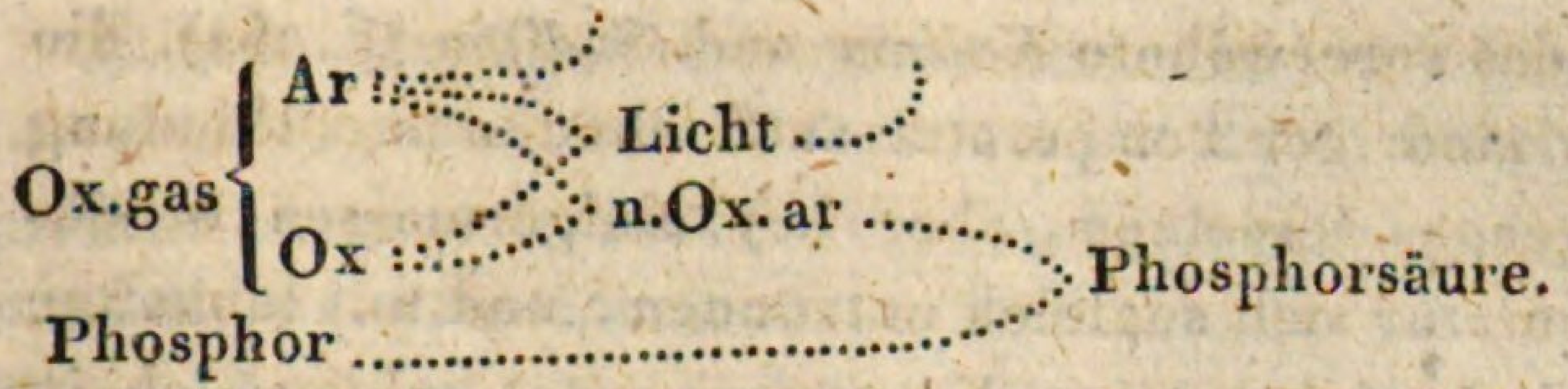
unter Ausscheidung von Aräon, aus dem niedrigeren Oxygenaräoide mit Kupfer Kupferoxyd, mit Schwefel Schwefelsäure gebildet, und diese beyden bleiben aber auch sogleich zu schwefelsaurem Kupferoxyd verbunden. Oft werden dabey auch mehrere Producte ereugt, wie z. B. wenn die wässerige Aufl. des schwefels. Eisenoxyduls mit Oxygengas in Berührung kommt.



Das Oxygen wird dabey als herabgesetztes Aräoid mit dem Eisenoxydul zu Eisenoxyd vereinigt, dieses wieder mit dem Wasser zu Eisenoxydhydrat, welches endlich mit dem Schwefelsäurehydrat schwefels. Eisenoxydhydrat und basisch schwefels. Eisenoxydhydrat erzeugt.

[Aehnliche Fälle werden in der Folge noch viele vorkommen, und man hat dabey nie zu vergessen, dass das Oxygengas nur als herabgesetztes Aräoid aufgenommen wird, wenn diess auch um der Kürze willen nicht angezeigt werden sollte.]

§. 265. Ein Beyspiel der zweyten Art (§. 263) gibt uns der Phosphor, wenn man eine kleine Menge desselben in eine bis 1/4 mit Oxygengas gefüllte, mit Mercur abgesperrte Glocke bringet, und hierauf entweder durch Annäherung eines glühenden Körpers, oder durch ein Brennglas die Schmelzung des Phosphors bewirkt. Der Phosphor entzündet sich sodann und verbrennt mit der grössten Heftigkeit, und unter Entbindung eines überaus schönen dem der Sonne ähnlichen Lichtes, und sehr viel verdichteten Aräons, zu einem weissen Dampfe, welcher sich an die Seitenwände der Glocke als eine weisse pulverige Substanz verdichtet; während gleichzeitig das Oxygengas immer mehr abnimmt, und endlich, wenn der Phosphor in zureichender Menge dargebothen wurde, ganz verschwindet, und die Glocke mit Mercur erfüllt wird. Was hierbey vorgegangen ist, zeiget folgendes Schema:



Der Phosphor zersetzt nähmlich das Oxygengas so rasch, dass es nicht ganz in niedrigeres Aräoid umgewandelt werden kann, sondern in geringer Menge auch mit mehr Aräon zu Licht verbunden, und mit dem freyen Aräon zugleich ausgeschieden wird, während das niedrigere Oxygenaräoid mit dem Phosphor Phosphorsäure erzeugt.

Auf gleiche Weise brennen nun auch viele andere Körper im Oxygengas viel lebhafter als in gemeiner Luft; ja viele Körper, die in dieser letztern nicht zu brennen vermögen, brennen sogleich, wenn sie an einem Ende glühend gemacht, und sodann in jenes Gas eingetaucht werden.

[So verbrennt der *Schwefel* mit bläulichweisser Flamme zu schwefligter Säure, *Zunderschwamm* oder *Holzkohle* mit verstärktem glänzendem Licht zu Carbonsäure, und ein glimmender Holzspan bricht in helle Flammen aus, sobald er in Oxygengas eingetaucht wird. Dünne Stahlfedern, oder Späne oder Drähte von andern Metallen, als Eisen, Zink, Kupfer, Messing u. s. w. verbrennen darin mit ungemein schöner Lichterscheinung, und je nach Verschiedenheit dieser Substanzen mit verschieden gefärbtem Licht, und theils mit, theils ohne Funkensprühen, indem sie sämmtlich in *Oxyde* übergehen. — Zu solchen Versuchen dienen am besten gläserne Flaschen ohne Boden, die in metallenen Untersätzen mit Wasser abgesperrt sind, oder gläserne Ballone, die auf ihrem Boden etwas Wasser und Sand enthalten; weil das glühend abtropfende Metall die gläsernen Gefässe gleich zerstört. Die zu verbrennenden Metalle hängt man an einem Drahte auf, welcher im Korkstöpsel steckt, mit dem die Flaschenmündung nur leicht bedeckt wird, und vereinigt sie am untern Ende mit etwas Feuerschwamm; welcher angezündet wird, und dann durch sein Verbrennen das Ende des Metalls glühend macht, und so die Entzündung desselben einleitet. Der Phosphor wird dabey auf einem kleinen eisernen Löffel angezündet und eingehangen.]

§. 266. Beyspiele der dritten Art endlich (§. 263) ge-

ben uns das vorerwähnte *Kalium* und *Sodium* (§. 264), die zwar bey niedriger Temperatur auch ohne Lichtentbindung das Oxygengas zersetzen, aber bey einigermassen erhöhter Temperatur sich sogleich entzünden, und mit lebhafter Lichtentbindung brennen. Entgegengesetzt zeigen sich in dieser Hinsicht das *Eisen* und andere *Metalle*, die nur bey höherer Temperatur, und nachdem sie schon ins Glühen gekommen sind, also nur unter Lichterscheinung, das Oxygengas zersetzen, und der *Phosphor*, welcher selbst bey seiner langsamsten Einwirkung auf das Oxygen immer nur unter Lichtentbindung damit verbunden werden kann(§.272): zum offenbaren Beweis, dass das verschiedene Verhalten der Körper zum Oxygen nicht nur in den Abweichungen der Temperatur, sondern auch in der Eigenthümlichkeit der Körper selbst begründet ist.

§. 267. Der Process, durch welchen das Oxygengas zersetzt und unter Ausscheidung von einem Theile des Aräons auf ein niedrigeres Aräoid herabgesetzt, und mit andern Körpern vereinigt wird, gehört im Allgemeinen zu den Oxydationsprocessen (§. 395); wenn derselbe jedoch unter Lichtentbindung erfolgt, so nennen wir ihn den *Verbrennungsprocess*, den Körper aber, welcher unter solchen Phänomenen das Oxygengas zersetzen kann, einen *entzündlichen*, *verbrennlichen*, *brennbaren Körper*, den durch diesen Act bereits mit dem Oxygen vereinigten Körper (wie vorhin die Phosphorsäure) einen *verbrannten Körper*, den ganzen Verlauf des Processes die *Verbrennung*, und die dabey sichtbare gleichzeitige Entbindung von Licht und Aräon mit jenem Verlaufe zusammen genommen das *Feuer*.

Die den Verbrennungsprocess begleitenden, so wie die denselben bedingenden Umstände sind aber bey verschiedenen Körpern oft so verschieden, dass sie leicht zu irrigen Vorstellungen verleiten können, wenn sie unrichtig aufgefasst werden. Es ist daher wichtig hier noch einige derselben anzuführen.

§. 268. Zunächst bemerken wir, dass alle in der Natur vorfindigen verbrennlichen Körper nur in höherer Temperatur brennen können. Diess erklärt sich indessen sehr einfach aus dem Umstande, dass alle in der gemeinen Temp. der Verbrennung fähige Wesen, da sie immerwährend mit der oxygenhaltigen atmosphärischen Luft in Berührung sind, nothwendiger Weise längst schon verbrannt werden mussten; was jene verbrannten Körper, die, wie sich weiterhin zeigen wird, den grössten Theil des Erdballs ausmachen, auch vollkommen erweisen.

§. 269. Wir bemerken ferner, dass manche (künstlich dargestellte, oder durch Naturprocesse eben entstandene) Körper, wie z. B. das *Phosphorhydrogen*, schon in gemeiner Temperatur brennen; während andere, um mit dem Oxygen verbunden zu werden, eine höhere und zuweilen so hohe Temp. erfordern, dass wir sie selbst durch das heftigste Feuer gewöhnlicher Art nicht erreichen können; wie z. B. das *Gold*, das *Platin*, und mehrere andere Metalle, deren Verbrennung wir selbst durch das elektrische Feuer und durch Brennspiegel nur in kleinen Quantitäten zu erzwingen vermögen. Dieser Unterschied ist ohne Zweifel in der geringern oder grössern Cohäsion der Körper und in ihrer Verwandtschaft zum Oxygen begründet. Ist die Cohäsion in den homogenen Theilen stärker als die Verwandtschaft zum Oxygen, so kann die Verbrennung nicht erfolgen; aber sie wird durch Hitze eingeleitet werden, weil diese die Cohäsion vermindert (§. 183).

Die Erhöhung der Temp. kann aber auf verschiedenen Wegen geschehen, nähmlich entweder durch Erhitzung von Aussen, oder durch Compression und daraus folgende Verminderung der Wärmecapacität. Auf dieser letztern beruht unter andern die Wirkung des *pneumatischen Feuerzeuges*.

[Dieses bestehet aus einer starken, an einem Ende verschlossenen gläsernen Röhre, in welcher mittelst eines genau ein-

passenden Stämpels die Luft comprimirt werden kann. Wird an dem untern Theile des Stämpels ein Stückchen Feuerschwamm befestiget, und derselbe hierauf rasch in die mit Oxygengas oder atmosph. Luft gefüllte Röhre eingeschoben, und schnell wieder herausgezogen, so entstehet dabey durch Verminderung der Wärmecapacität eine so grosse Hitze, dass sich der Feuerschwamm entzündet.

In diese Categorie gehören ohne Zweifel auch jene Fälle, wo durch die Attraction sehr dichter Körper die dieselben umgebenden Gasarten so weit verdichtet werden, dass endlich Entzündung erfolgt (§. 75); denn die Verdichtung ist dieselbe, sie mag durch Anziehung oder äussere Gewalt bewirkt worden seyn.]

Umgekehrt lässt sich aber die Verbrennung durch Herabsetzung der Temperatur auch moderiren, ja sogar einstellen, und diess kann eben sowohl durch Ableitung der Wärme als durch Ausdehnung der Körper bewirkt werden. Daher ist es schwierig auf einer Eisenplatte Feuer anzumachen. Daher verbrennen entzündliche Gasarten bey starker Verdünnung nicht mehr, und nahmentlich wird ein Gemenge von Hydrogengas und Oxygengas (Knallluft) bey 18facher Verdünnung durch den elektrischen Funken nicht mehr entzündet.

§. 270. Wir machen ferner die merkwürdige Erfahrung, dass manche Substanzen nur in höherer Temp. das Oxygengas zersetzen und sich mit dem Oxygen verbinden, sobald sie aber bereits eine geringe Menge Oxygens aufgenommen haben, schon bey niedrigerer, oft sogar in gemeiner Temp. entzündlich sind, und in diesem letzten Falle eben darum *Selbstzünder*, *Pyrophore*, genannt werden. Allein diess erklärt sich dadurch: dass bey festen Körpern durch die Verbindung mit wenig Oxygen die Cohäsion der homogenen Theile aufgehoben worden ist, und mithin die chem. Verwandtschaft freyern Spielraum erlangt hat; während bey gasförmigen Körpern durch Vereinigung mit wenig Oxygen, eine partielle Verdichtung erfolgt, und also die grosse

Expansion vermindert wird, welche der chem. Verwandtschaft hinderlich war.

[Phosphor, welcher nur eine kurze Zeit gebrannt hat, ist nachher an der Luft entzündlich, weil durch die Vereinigung von einem Theil desselben mit Oxygen ein anderer Theil fein zertheilt, und seine Cohäsion aufgehoben worden ist (s. unter Phosphor). Kaliumsuboxyd entzündet sich oft schon in der Sommerwärme. — Werden die Oxyde des Kobalts, Nickels oder des Eisens durch Erhitzung mit Hydrogengas bis zu beyläufig 360° C. (nicht höher) zersetzt, so bleiben metallisch aussehende Rückstände, die schon bey der Berührung der Atmosphäre sich entzünden; weil sie fein zertheilt, und wahrscheinlich auch zum Theil mit Oxygen verbunden sind: daher sie denn auch ihre Entzündlichkeit verlieren, wenn die Zersetzung bey stärkerer Hitze geschieht. (Sind die Metalle wirklich vollkommen zum metallischen Zustande reducirt, so kann die Entzündung auch dadurch erfolgen, dass sie im höchst fein zertheilten Zustande das Oxygen der Luft absorbiren, und durch dessen Verdichtung die zum Erglimmen erforderliche Hitze erzeugen). — Den entgegengesetzten Fall zeigen die Oxyde des Azots: indem die niedrigern Oxyde sich mit dem Oxygengas mischen lassen, ohne darauf zu wirken, während das Azotoxydgas damit sogleich zu azotiger Säure verdichtet, und wenn auch nicht Licht, doch Wärme entbunden wird.]

§. 271. Es zeigt sich ferner, dass viele Körper, wenn sie nur erst an einem kleinen Theile bis zur Entzündung erhitzt worden sind, fortbrennen bis sie ganz verbrannt sind; während andere der immerwährenden Zuführung von Hitze bedürfen, wenn die Verbrennung fortdauren soll. So verbrennen z. B. Phosphor, Schwefel, Holz, Kohle u. s. w. fortschreitend durch ihre ganze Masse, wenn auch nur ein kleines Theilchen davon bis zur Entzündung erhitzt worden ist; während der Diamant selbst im reinsten Oxygengas nur so lange fortbrennt, als ihm von Aussen Hitze zugeführt wird. — Dieser Unterschied ist indessen sehr natürlich in der Art des eben entstehenden verbrannten Körpers begründet. Werden dabey beyde Bestandtheile, nähmlich das Oxygen sowohl als der verbrennliche Körper, ehe

sie sich vereinigen auf niedrigere Aräoide herabgesetzt, so wird schon beym Verbrennen des zuerst entzündeten Theilchens so viel Aräon frey, als nöthig ist um ein anderes Theilchen zu entzünden u. s. f., bis der ganze Körper verbrannt ist, wie z. B. beym Schwefel u. s. w. Wird dagegen auch nur einer der Bestandtheile als höheres Aräoid aufgenommen, so ist dann das überschüssige Aräon nicht mehr hinreichend, die zur Verbrennung erforderliche Hitze zu leisten; diese wird daher von Aussen zugeführt werden müssen.

[Bey der Beurtheilung solcher Fälle hat man sich folglich gar sehr vor Irrungen in Acht zu nehmen (§. 200.)]

§. 272. Man findet ferner, dass ungleiche Körper mit ungleicher Heftigkeit verbrennen; denn während uns die Energie, mit welcher der Phosphor im Oxygengas verbrennt in Erstaunen setzt, so brennet dagegen der Schwefel und die Kohle zwar mit glänzendem Lichte, aber dennoch sehr ruhig.

Die heftigste Verbrennung, deren ein Körper fähig ist, wird ohne Zweifel dann erfolgen, wenn ihm gerade so viel Oxygengas zugeführt wird, als er zur vollständigen Verbrennung bedarf. Daher kann der Process auch durch einen starken Strom des hinzugeführten Oxygengas bis zum Höchsten gesteigert werden. Ein übermässig heftiger Strom kann aber auch wieder nachtheilig wirken, weil das nicht zersetzte Oxygengas Aräon mitnimmt und endlich durch Erkältung das Brennen gänzlich einstellen kann. Auf diese Art geschieht es, dass eine brennende Kerze bey schwächerem Blasen in die Flamme lebhafter brennt, bey stärkerem hingegen erlischt.

Die Heftigkeit der Verbrennung ist aber auch von der äussern Temperatur sehr abhängig, und kann daher bey einem und demselben Körper durch höhere Temperatur gesteigert, durch eine niedrigere hingegen gar sehr gemässigt werden. Derselbe Phosphor, welcher in höherer

Temp. die angeführten glänzenden Verbrennungsphänomene darbiethet, verbrennt, wenn er in kaltes Oxygengas eingehangen aber nicht entzündet wird, so langsam, dass nur im Dunkeln ein schwaches Leuchten, welches man die *Phosphorescenz* nennet, aber kaum eine Steigerung der Temperatur wahrzunehmen ist.

Alle diese Erfolge erklären sich indessen sehr leicht aus den Cohäsions- und Verwandtschaftsverhältnissen der Körper und den vorhin (§. 271) erörterten Umständen.

§. 273. Es zeigt sich ferner, dass ungleiche Körper beym Verbrennen ungleich gefärbtes Licht, und ungleiche Mengen desselben entbinden; was sich aber sehr wohl erklären lässt, wenn man bedenkt, dass ungleiche Körper eine ungleiche Verwandtschaft zum Oxygen besitzen, und eben darum gegenüber der Verw. des Aräons zum Oxygen, dem Oxygengas bald mehr, bald weniger Oxygen entziehen, und eben darum den Rest als verschieden gefärbtes Licht (§. 382) entlassen werden. Im Durchschnitt lässt sich aber annehmen, dass um so mehr, und um so helleres Licht entbunden wird, je rascher die Verbrennung vor sich gehet; weil dabey eine schnellere Ausstrahlung des Aräons Statt findet, und also mehr Oxygen mit fortgerissen und in Licht umgewandelt werden kann: wofür auch der Umstand spricht, dass viele Körper in niedrigerer Temperatur das Oxygengas ohne Lichtentbindung zersetzen; z. B. das Kalium (§. 263). — Es können jedoch auch äussere Einflüsse auf die Farbe des Lichtes wirken; z. B. die Verunreinigung des Oxygengases mit andern Stoffen.

§. 274. Ferner nehmen wir wahr, dass bey mehreren verbrennenden Körpern die Lichterscheinung eben so gross ist als diese Körper selbst; während sie bey andern oft um das mehrfache grösser erscheint, und in ihrer Grösse sogar wechselt.

a) Das erstere geschieht bey solchen Körpern, die vor der Verbrennung nicht in den gasförmigen Zustand

überzugehen fähig sind, wie z. B. vollkommen ausgebrannte Kohle, Eisen und mehrere andere Metalle, und wir nennen diese Erscheinung das *Glühen.*

[Nicht in allen Fällen wird aber der glühende Körper auch zugleich mit dem Oxygen verbunden. So z. B. glüht ein dicker Platindraht, wenn er aus dem Feuer genommen wird, in der Luft noch längere Zeit fort, ohne mit Oxygen verbunden zu werden. Diese Erscheinung erklärt sich indessen aus dem Umstande, dass an der Oberfläche des Platins die dasselbe umgebende Luft (ein Gemenge von Oxygen- und einem andern Gas, s. unter Azot) verbrennt, und zwar so lange fortgesetzt verbrannt wird, als das aus dem Platin strahlende Aräon noch die erforderliche Hitze zu gewähren vermag. (✻)

Da das Glühen fester Körper bey verschiedener Temperatur mit verschieden gefärbter Lichterscheinung vor sich gehet (§. 273), so hat man die letztere oft zur Bezeichnung des Hitzegrades benützt. Man nennet daher in steigender Ordnung die Temp., wenn das sich entbindende Licht dunkelroth ist, *dunkle* oder *schwache Rothglühhitze*, wenn es gelbroth ist, *helle* oder *starke Rothglühhitze*, wenn es gelb erscheint, *schwache Weissglühhitze*, und wenn es gelblichweiss, oder noch später bläulichweiss wird, *starke Weissglühhitze*. Indessen ist wohl zu bemerken, dass ungleiche Körper bey ungleicher Temperatur auf eine gleiche Weise glühen können (§. 273.)]

b) Das letztere ergibt sich bey Substanzen, die noch vor oder doch während des Verbrennens ganz, oder zum Theil in den gasförmigen Zustand übergehen, und indem sie nun mit vergrössertem Volumen, als Dampf oder Gas verbrennen, auch eine grössere Lichterscheinung geben, die man eine *Flamme* nennet. Auf solche Art verbrennt der Phosphor, Schwefel, das Fett, das Holz, und viele andere organische Substanzen.

Die Flamme erlangt ihre bekannte Form durch den Druck der sie umgebenden Luft, indem sie als gasförmiger und durch die Wärme leichter gewordener Körper verdrängt, und zum Aufströmen gezwungen wird. Ausnahmen ergeben sich jedoch, wenn der gasförmige Körper mit

Heftigkeit entbunden, und gleichsam in einer andern Richtung ausgeblasen wird. —

Die Flamme ist auch verschieden gefärbt bey verschiedenen Körpern, und bey verschiedener Temperatur.

[Die Flamme ist weiss beym Phosphor und Zink, bläulichweiss beym Schwefel. Weingeist mit Boronsäure versetzt, erzeugt beym Verbrennen eine grüne, mit muriums. Strontiumoxyd und Calciumoxyd eine rothe Flamme u. s. w.; indem diese Beymischungen ohne Zweifel durch den Weingeist zuerst reducirt, und dann mit den ihnen selbst eigenthümlichen Farben verbrannt werden. — Der Einfluss der verschiedenen Temp. hingegen ist schon bey einer brennenden Kerze deutlich wahrzunehmen; denn die Flamme erscheint unten, wo durch die zuströmende Luft die stärkste Abkühlung Statt findet violett, weiter hinauf, in demselben Verhältnisse als die Temp. höher wird, blau, roth, und endlich weiss; sie wird jedoch noch weiter oben wieder dunkler, weil dort wieder die Abkühlung eintritt. — Befestiget man unmittelbar über der Flamme eine Metallscheibe, die so klein ist, dass sie von der Flamme umfangen und glühend erhalten werden kann, so wird die Verbrennung vollständiger und die Lichtentbindung grösser; weil das Metall das ausstrahlende Aräon auffängt, und wieder an den aufsteigenden Strom abgibt, und also die Erhitzung auch am obersten Theile der Flamme steigert, und zugleich das in verticaler Richtung ungesehen entweichende Licht reflectirt. Auf diese Art wird das Leuchten der Flamme allemahl vermehrt, wenn feste Körper in dieselbe fallen, z. B. hineingeworfener Amianth oder Zinkoxyd. Eben so wird das Leuchten verstärkt, wenn man eine Flamme auf ein Stückchen gebrannten Kalk leitet; wesshalb dieses Verfahren zu *Leuchtsignalen* empfohlen worden ist. (Die Temperatur und also auch die Verbrennung kann aber bey der Flamme auch eben so, wie bey festen Körpern durch Wärmezuleitung oder Wärmeableitung gesteigert, und moderirt werden). — (✱)

Bringet man hingegen in, oder über die Flamme ein grösseres Stück Metall, als sie im Glühen erhalten kann, so wird die Verbrennung und das Leuchten sogleich bedeutend herabgesetzt werden; weil durch das Metall viel Aräon abgeleitet, und also die Temp. herabgesetzt wird. Auf diesem Umstande beruhet auch die Erfindung der *Gruben-* oder *Sicherheitslampe* *Davy's*, und *Aldini's Schutzmittel gegen die Flamme* bey

Feuersbrünsten. — Die Grubenlampe ist eine Oehllampe, die man mit einem sehr engen eisernen Gitter von allen Seiten eingeschlossen hat, und wird in solchen Gruben benutzt, welche mit entzündlichen Luftarten erfüllt sind, deren Entzündung bey gewöhnlichen Lampen unvermeidlich wäre. Die Erfahrung hat gelehrt, dass bey der Grubenlampe, wenn auch die entzündliche Luft im Innern der Lampe entzündet wurde, die Verbrennung dennoch nicht durch das Gitter bis auf die äussere Luft fortgepflanzt werden konnte; weil das Gitter die Wärme bis zum Erlöschen der Flamme ableitete. Es kommt also hierbey, wie man sieht, alles darauf an, dass die brennende Gasart nicht mehr Wärme erzeuge, als das Gitter gleichzeitig ableiten kann. Auch ist zu bemerken, dass bey Strömungen der Luft dennoch Entzündung erfolgen kann, weil dadurch die Verbrennung gesteigert, und endlich die Entbindung der Wärme gegen ihre Ableitung vorwaltend wird; daher man denn auch auf die Sicherheit dieser Lampen nur mit Vorsicht vertrauen darf. — *Aldini's* Schutzmittel sind aus feinen Drahtgeweben verfertigte Schilder und Masken, die man zum Schutz gegen die Flamme anwendet; bey welchen die angeführten Besorgnisse nur noch mehr vorwalten, weil bey Feuersbrünsten auch die Temperatur der Umgebungen in der Regel höher stehet, und also der Ableitung der Wärme durch das Gitter gerade entgegen wirket.]

Die Flamme ist endlich ein Körper, welcher, wie die festen Körper, nur an seiner Oberfläche brennt; nähmlich dort, wo er mit dem Oxygengas oder der oxygenhaltigen Luft in Berührung steht.

[Man senke ein horizontal über die Flamme einer Kerze gehaltenes enges Drahtgitter so lange nieder, bis die obere Hälfte der Flamme verschwunden ist, und man wird sodann durch das Gitter sehen können, dass die Flamme nur äusserlich brennet. — Bringet man etwas Phosphor in eine Weingeistflamme, so wird sich derselbe am Rande der Flamme zwar sogleich entzünden, aber wenn er in's Innere der Flamme geschoben wird, auch sogleich verlöschen; weil dort keine oxygenhaltige Luft ist, und also auch keine Verbrennung Statt finden kann. Bläst man hierauf gegen die Flamme, dass sie seitswärts weichet, und die Luft den Phosphor trifft, so wird er sich sogleich entzünden; aber wie das Blasen nachlässt auch wieder erlöschen, weil er nun wieder im Innern der Flamme ist. — Auf diese Eigenschaft

der Flamme gründet sich die Anwendung des Löthrohres, und die Erfindung der *Argand'schen* Lampe. — Das *Löthrohr* ist ein conisch zulaufendes sehr enges Rohr, mittelst welchem atmosphärische Luft oder auch Oxygengas in die Flamme einer Oehllampe eingeblasen wird. Dabey wird also auch der innere nicht brennende Theil der Flamme mit Oxygen in Berührung und zum Brennen gebracht; wodurch natürlich eine grosse Steigerung des Verbrennungsprocesses erzielt werden muss. — Die *gemeine Lampe* ist ein mit einer der Verbrennung fähigen Flüssigkeit gefülltes Gefäss, in welchem ein etwas über die Flüssigkeit hervorragender Docht (ein Büschel Baumwollfäden) eingesetzt ist. Dieser Docht sauget durch Haarröhrchenanziehung die Flüssigkeit auf, und wenn die Spitze des Dochtes entzündet wird, so dauert das Brennen mithin so lange fort, als der Docht noch Flüssigkeit aufzusaugen findet. Von dieser Lampe unterscheidet sich die *Argand'sche* Lampe bloss dadurch, dass sie einen röhrenförmigen Docht hat, welcher mit seiner untern Oeffnung in die Atmosphäre mündet; so zwar, dass also die Luft den Docht durchströmen, und also auch den innern Theil der Flamme zum Verbrennen veranlassen kann. Diese Einrichtung bringt daher den doppelten Vortheil, dass einmahl überhaupt mehr brennbarer Stoff verbrannt, und folglich mehr Licht entbunden wird, und dass zweytens, wenn das Verhältniss wohl getroffen ist, keine brennbaren Theile — wie es bey der gemeinen Lampe geschieht — unverbrannt entweichen können.]

Körper die auf die hier nachgewiesene Art mit Flamme zu brennen fähig sind, können aber auch ohne Flamme verbrennen, sobald fortwährend so viel Wärme abgeleitet wird: dass nur so viel übrig bleibt, als zur Unterhaltung des Verbrennungsprocesses auf bestimmten Puncten nothwendig ist; keinesweges aber die hierzu erforderliche Hitze im gasförmigen brennbaren Körper weiter ausgebreitet werden kann.

[Taucht man einen mässig erhitzten Platindraht in ein Gefäss, welches mit einer Mischung von atm. Luft und Aether- Alkohol- Terpenthinöhl- Steinöhl- oder Blausäuredampf, oder öhlerzeugendem Gas, Hydrogengas, oder Carbonoxydgas, erfüllt ist; so wird man wahrnehmen, dass der Platindraht bald zu glühen scheint, und hiermit auch fortfährt, so lange noch mit jenen Dämpfen gemischte Luft vorhanden ist. Es glüht also hier nicht

eigentlich der Platindraht, sondern der verbrennende Dampf (s. oben *a*), und zwar nur an der Oberfläche des Platins; und diese Verbrennung kann sich auch im Dampfe nicht weiter ausbreiten, und mithin keine Flamme erzeugen; weil die hierzu erforderliche Hitze durch den Platindraht abgeleitet wird, und weil zugleich in weiterer Entfernung jene der Verbrennung beförderliche Verdichtung der Dämpfe und Luftarten fehlt, die an der Oberfläche des Platins Statt findet (§. 75. c.) und die Verbrennung bey etwas niedrigerer Temp. möglich machet. — Diese Umstände begründen auch das Princip der *Glühlampe*, *Lampe ohne Flamme;* die im Uebrigen wie die gemeine Weingeistlampe beschaffen, deren Docht jedoch mit einem feinen Platindraht spiralförmig umwunden ist. Entzündet man diesen Docht, und bläst denselben, sobald der Platindraht glühet, wieder aus; so dauert sodann die oben erwähnte langsame Verbrennung so lange fort, als noch Weingeist oder Aether vorhanden ist. Sie gehet aber auch sehr leicht in die rasche Verbrennung mit Flamme über, wenn das Verhältniss nicht wohl getroffen ist, und daher nach und nach die Hitze höher gesteigert wird.] (*)

§. 275. Es ist endlich (§. 268) noch nothwendig, hier auf den Unterschied aufmerksam zu machen, welcher zwischen dem Verbrennungsprocesse und jenem Processe vorwaltet, durch welchen das Oxygengas ohne Lichtentbindung zersetzt wird (§. 264), und man wird in Erwägung der vorausgeschickten Bemerkungen bald einsehen, wie dieser Unterschied hauptsächlich in dem Umstande begründet ist: dass in einem Falle, nähmlich bey der ruhigen Absorbtion des Oxygens, das ganze Oxygen des Oxygengas an den zersetzenden Körper abgegeben wird; während im andern auch ein — wenn auch nur ein kleiner — Antheil desselben mit Aräon zu Licht entbunden entweichet. Wenn dem so ist, so folgt aber daraus auch weiter: dass ein und derselbe Körper, wenn er gleiche Gewichte Oxygengas einmahl mit, und einmahl ohne Lichtbildung zersetzt hat, im ersten Falle weniger, im zweyten hingegen mehr Oxygen aufgenommen haben wird. Dieser Unterschied ist bisher gar nicht beachtet worden. Er verdient daher ohne Zweifel

eine genaue Untersuchung; die wahrscheinlich einige Berichtigungen in der chemischen Aequivalentenlehre zur Folge haben wird. (*)

§. 276. Der Verbrennungsprocess verdient in hohem Maasse die Aufmerksamkeit des Chemikers, weil das Oxygengas das Material ist, aus welchem durch diesen Process das Aräon abgeschieden, und sodann auf die mannigfaltigste Weise verwendet wird (§. 244). Doch bedient man sich hierzu in den meisten Fällen statt des reinen Oxygengas der atm. Luft, die es als Bestandtheil enthält, und solcher brennbarer Stoffe die wohlfeil zu haben sind, als des Holzes, der Kohle, der Steinkohle, des Torfes u. s. w. (s. die Verwend. der atm. Luft).

§. 277. Der Verbrennungsprocess ist endlich unter allen chemischen Processen der merkwürdigste, weil er gleichsam die Grundlage jenes Lehrgebäudes bildet, dem wir den jetzigen Zustand der chemischen Wissenschaft verdanken; denn nur erst nachdem es dem unsterblichen *Lavoisier* gelungen war, die auch hier vorgetragene, aber weiter ausgeführte Verbrennungstheorie aufzustellen, wurde es möglich, dass sich die Chemie zur Wissenschaft gestaltete.

[In der früheren Zeit hatte man, um den Verbrennungsprocess erklären zu können angenommen, es existire in der Natur ein eigenthümlicher Stoff, das *Phlogiston*, welcher die Ursache aller Verbrennungserscheinungen sey. Jeder brennbare Körper bestand nach dieser Ansicht aus einem eigenthümlichen Substrat und aus Phlogiston, und wenn ein solcher Körper verbrannte, so geschah diess auf die Weise, dass das Oxygengas mit dem Phlogiston verbunden davon ging, während sein Substrat im Rückstande blieb. Nach dieser Ansicht musste also z. B. das Zink (§. 265) aus dem Substrat des Zinks und aus Phlogiston bestehen, und beym Verbrennen ging das Phlogiston mit dem Oxygen vereinigt davon, während das Substrat des Zinks (unser Zinkoxyd) im Rückstande blieb.

Lavoisier bewies nun die Unstatthaftigkeit dieser Lehre *Stahl's* unwiderleglich, indem er zeigte, dass das verbrannte

Zink (Zinkoxyd) mehr Gewicht besass, als das unverbrannte Zink, und folglich beym Verbrennen etwas hinzugekommen seyn musste; ja er erwies sogar, dass der Gewichtszuwachs sehr nahe so viel betrug, als das bey der Verbrennung consumirte Oxygengas gewogen hatte. — Der letzte Versuch, die Lehre vom Phlogisten zu retten, wurde hierauf in der Behauptung ausgesprochen: das Phlogiston sey *negativ schwer,* und es müssten also die Körper nach Abgang desselben nothwendig auf der Wage schwerer erscheinen; eine Angabe die jedoch nur wenig Eingang finden, und *Lavoisier's antiphlogistischem System der Chemie* die allgemeine Annahme nur kurze Zeit hindurch verzögern konnte.]

In der neuesten Zeit haben aber mehrere Chemiker auch an der *Lavoisier'schen* Theorie Zweifel gefunden, weil sie mehrere Erscheinungen nach dieser Theorie nicht genügend erklären zu können glaubten. Sie haben in dieser Voraussetzung auch ausgesprochen, *dass es bis dahin gänzlich an einer genügenden Theorie des Verbrennungsprocesses gemangelt habe*, und um diesem Mangel abzuhelfen eine neue, nähmlich die sogenannte *elektrochemische Verbrennungstheorie* vorgeschlagen.

[Nach dieser Theorie (s. auch §. 93) werden zwey sich verbindende Körper mit einander vereinigt, weil einer positiv- und der andere negativ-elektrisch ist, und die beyden Elektricitäten verbinden sich dabey zu Wärmestoff und Licht.]

Es muss jedoch zum Besten der Wissenschaft hier auf das Bestimmteste erklärt werden, dass jene angeblich nicht zu erklärenden Phänomene nach dem *Lavoisier'schen* Princip sehr wohl und consequent zu erklären sind; dass also jener Mangel, welcher uns zur Aufsuchung einer neuen Verbrennungstheorie nöthigen soll, zur Zeit noch keinesweges vorwaltet; und dass mithin, wenn die elektrochemische Theorie die *Lavoisier'sche* verdrängen soll, hierzu die neuen Motive noch zu erfinden sind.

[Die wichtigste, angeblich nicht zu erklärende Erscheinung ist die: dass gewisse Körper, wenn sie sich mit einander vereinigen, Verbindungen erzeugen sollen, welche, obwohl sie beym

Verbrennen sehr viel Wärme verloren haben, dennoch eine grössere Wärmecapacität zeigen als ihre Zuthaten; dass bey wieder andern, obwohl viel Wärme bey ihrer Erzeugung entwich, das Volumen der Verbindung dennoch so gross geblieben ist, als das der Zuthaten: und man hat als Cardinal-Beyspiele für den ersten Fall die Verbrennung des Hydrogengas mit Oxygengas zu Wasser, für den zweyten hingegen die Verbrennung der Kohle mit Oxygengas zu Carbonsäure angeführt. — In beyden Fällen hat aber ein Irrthum vorgewaltet. Wie sich die Erklärung für den ersten Fall ergibt, ist schon früher (§. 200) angezeigt werden. — Im zweyten Falle wird eingewendet: „das Oxygen„gas verbinde sich mit der Kohle zu Carbonsäure, und diese „habe genau dasselbe Vol. wie vorher das Oxygengas; es habe „also keine Verdichtung Statt gefunden, die doch nach Abgang „des bey der Verbrennung entbundenen Wärmestoffes hätte er„folgen müssen, wenn die bisherige Verbrennungstheorie wahr „wäre, u. s. w." Hierauf kann die *Lavoisier'sche* Ansicht folgendermassen antworten: Erstens: es ist ein Irrthum zu glauben, dass keine Verdichtung Statt gefunden habe; denn wenn die Carbonsäure genau so viel Vol. hat als vorher das Oxygengas, wo ist denn das Volumen der Kohle hingekommen?? Dass die Verdichtung unbedeutend erscheint, beweiset nichts (§. 3 und am Schlusse von §. 200). Zweytens: wenn aber wirklich gar keine Verdichtung erfolgt wäre, so würde dieses wieder nichts beweisen, weil verschiedene Stoffe, indem sie sich mit Aräon verbinden, dasselbe auf verschiedene Weise verdichten (§§. 166 und 183). Die hier streitige Erfahrung beweiset also nichts mehr und nichts weniger, als: dass das Aräon viel mehr verdichtet wird, wenn es sich mit dem Oxygen, als wenn es sich mit dem Carbon zum *höheren* Aräoide verbindet; was auch mit tausend andern Aeusserungen des Oxygens übereinstimmend ist. (*)

Noch andere Einwendungen erörtern zu wollen, würde zu weit führen und dem Zwecke dieser Darstellung nur abträglich seyn können. Es ist aber nicht zu zweifeln, dass sie endlich alle — wenigstens besser, als durch die elektrochemische Ansicht — zu heben seyn werden, wenn man nur mit dem Fleiss und Scharfsinn nicht zu geitzig seyn will. — Der grösste Vorwurf, den man der elektrochemischen Ansicht machen kann, ist übrigens der: dass, wenn bey der Verbindung zweyer Körper wirklich die Elektr. beyder verschwindet (§. 93), nicht abzusehen ist, warum solche Körper sich wiederholt zu höheren Zusammensetzungen vereinigen können.] (*)

δ) *Anwendung des Oxygengas.*

§. 278. Das Oxygengas als solches ist bisher nur selten angewendet worden, und zwar *a*) zur Darstellung einiger *Verbindungen der* niedrigern *Oxygenaräoide* mit andern *Stoffen* (§§. 264 und 265); *b*) zur Bewirkung sehr *grosser Hitze*, und *vehementer Lichterscheinungen* (§. 265); *c*) als *Arzneymittel*, im Wege des Einathmens.

[So setzt man z. B. die zu erhitzenden Gegenstände auf ein grosses Stück Holzkohle, welches an derselben Stelle durch den *Lampenstich* (gespitzte Flamme einer Löthlampe) zum Glimmen gebracht wurde, und lässt mit Hülfe eines Gebläses und Löthrohres in einem anhaltenden Strome Oxygengas darauf fallen; wobey die Verbrennung der Kohle so heftig von Statten gehet, dass selbst sehr strengflüssige Metalle schmelzen, und das Eisen mit Funkensprühen verbrennt. — Bläst man das Oxygengas in die Flamme einer Oehllampe, oder Weingeistlampe, so entstehet gleichfalls sehr grosse Hitze (*Ehrmann's Lampe*). — Die Verbrennung des Phosphors, Schwefels u. s. w. im Oxygengas dient zur grellen, oder farbigen *Beleuchtung der Theaterdecorationen*. — Das Oxygengas zum *medicinischen Gebrauche* muss sehr rein seyn, und behuthsam angewendet werden (§. 261); denn es wirket ohne Zweifel viel heftiger auf die Organe des Athemholens als die gemeine Luft, in welcher dasselbe nicht im freyen Zustande, sondern in Verbindung mit andern Stoffen dargebothen wird.]

d) Magnetisches Fluidum.

§. 279. Das *magnetische Fluidum (magnetische Materie, Magnetismus)* muthmasslich = $\underset{\cdots\cdot}{O}$, also *viertes Oxygenaräoid*, ist eine eigenthümliche Flüssigkeit von höchst auffallenden Eigenschaften; die sich aber sehr wohl von ihren eben angezeigten Bestandtheilen ableiten lassen. Durch ihren Oxygengehalt wird sie von allen Körpern und zwar von verschiedenen Körpern in verschiedenem Maasse, vorzüglich aber von einigen nicht mit Oxygen bereits verbundenen Stoffen sehr heftig angezogen. Ihr grosser Gehalt an Aräon stehet aber der Bildung inniger Verbindungen offenbar im

Wege; so zwar, dass sie als eine äusserst feine, unsichtbare, uneinschliessbare, bisher nicht gewogene Flüssigkeit, alle andern Körper nur atmosphärisch umschliesset, aber sodann auch so fest an diesen haftet, dass darüber ihre Anziehung zum Erdball gänzlich verschwindet. — Zwischen den eigenen Theilchen des magnetischen Fluidums waltet dagegen — vom Aräon ererbt — eine sehr grosse Abstossung vor; so zwar, dass mit magnetischen Atmosphären umschlossene Körper unter gewissen Umständen sich von einander entfernen müssen, einander abzustossen scheinen; weil sich ihre magnetischen Atmosphären abstossen, und aus diesem Grunde auch die fest daran haftenden Körper mit bewegt werden; dass sie ferner Körper, die keine oder kleinere magnetische Atmosphären besitzen, anzuziehen scheinen: weil diese von den magn. Atmosphären der erstern angezogen werden, und eben dadurch die Annäherung erfolgt. *Diese magnetische Abstossung und Anziehung ist auch rein das Resultat der Kräfte; denn sie kann durch zwischenliegende Körper nicht aufgehoben werden.* — Es ist klar, dass unter diesen Umständen das magnetische Fluidum im isolirten Zustande nicht beobachtet werden konnte, vielleicht sogar nicht existiren kann. Desto häufiger aber finden wir es Atmosphären bildend an andern Körpern vor, in welcher Art dasselbe einen wesentlichen Bestandtheil des Erdballs ausmachet. An diesen Verbindungen, und aus den Umständen, unter welchen sie gebildet und wieder zersetzt werden, und in den Wirkungen des magnetischen Fluidums auf andere Körper, und aus der Art und Weise wie es selbst entsteht und zersetzt wird, dagegen findet sich auch hinreichender Anlass, über dessen Natur das Wahrscheinlichste zu erschliessen.

a) Verbindungen des magnetischen Fluidums.

§. 280. Energisch-chemische Verbindungen des magnetischen Fluidums kennet man nicht. Verbindungen des-

selben im zweyten Grade der chem. Anz. hingegen, und zwar solche, in welchen die Atmosphärenbildung scharf ausgesprochen ist (§. 109, *a*), sind alle Körper ohne Ausnahme, und es ist nach den vorliegenden Erfahrungen beynahe ausgemacht, dass jedes einzelne Atom in den Körpern eine eigene magnetische Atmosphäre besitzt. Diese Atmosphären sind aber bey ungleichen Körpern auch ungleich gross, ungleich verdichtet, ungleich fest haftend; sie verändern sich auch unter gleichen Umständen oder äussern Einflüssen bey ungleichen Körpern auf ungleiche Weise, ganz so, wie diess mit der Wärmecapacität der Fall ist; weil die Körper — in Folge seines Aräongehaltes — auch eine eigene *Capacität für das magnetische Fluidum* besitzen: so zwar, dass ein und derselbe Körper sogar eine grössere Capacität äussert, wenn er von verdichteterem magnetischem Fluidum umgeben ist. —

Diese magnetischen Atmosphären zeigen uns jedoch — ohne Zweifel durch ihren Oxygengehalt — bey verschiedenen Körpern eine Abweichung, die an den Wärmeatmosphären bis jezt noch nicht wahrgenommen wurde. — Einige Körper besitzen nähmlich das Vermögen, das magnetische Fluidum in vollkommenen Atmosphären um sich anzusammeln; so zwar, dass sich dasselbe in Folge der heftigen Anziehung auf ihrer ganzen Oberfläche, wie das Wasser an der Oberfläche des Erdballs, gleichförmig ausbreitet, und selbst wenn diese Vertheilung durch irgend eine Ursache gestört, und eine ungleiche Vertheilung bewirkt wurde, die gleichförmige Vertheilung in demselben Augenblick wieder eintritt, als jene störende Ursache beseitiget wird. — Andere Körper hingegen äussern eine so starke Anziehung zum magnetischen Fluidum, dass sie dasselbe an jedem Punct ihrer Oberfläche festhalten, und wenn es auch an einzelnen Stellen in grösserer Menge angehäuft ist, nicht auf die benachbarten weniger belegten Stellen ableiten lassen. Diese Körper können also gleichförmige Atmo-

sphären besitzen, wenn das magnetische Fluidum gleichförmig auf ihrer Oberfläche abgelagert wurde; oder ungleichförmige, wenn auf einen Punct ihrer Oberfläche mehr als auf den andern abgelagert, oder die vorhin gleichförmige Atmosphäre durch äussere Einflüsse zu einer ungleichförmigen Vertheilung gezwungen worden ist. — Körper der ersten Art kann man sonach *gute*, und Körper der zweyten Art *schlechte Leiter des magnetischen Fluidums* nennen, und eben so die Atmosphären im ersten Falle *natürliche* oder *gleichförmige* oder *vollkommene*, im zweyten hingegen *ungleichförmige* oder *polarische magnetische Atmosphären*. Das letztere, weil sie gewöhnlich an einer Seite der Körper am schwächsten, an der entgegen gesetzten hingegen am stärksten zu seyn pflegen, und daher einen vollkommenen Gegensatz manifestiren.

§. 281. Das Beyspiel eines Körpers mit *gleichförmiger magnetischer Atmosphäre* biethen uns alle Körper dar, und vor allen andern das reine Eisen. Jedes Stück Eisen besitzt eine solche Atmosphäre; aber sie bleibt uns so lange unbemerkbar, als sie nicht durch geeignete Mittel gestört und in eine ungleichförmige umgewandelt wird; und sie verharret sodann in ihrer Ungleichförmigkeit auch nur so lange, als die Ursache der Störung fortdauert: wie sich weiterhin noch zeigen wird.

§. 282. Das Beyspiel hingegen eines solchen Körpers, welcher eben sowohl eine *gleichförmige* als eine *ungleichförmige magnetische Atmosphäre andauernd* besitzen kann, gibt uns unter vielen andern Körpern vorzüglich das mit geringen Quantitäten anderer Substanzen, als: des Oxygens, des Carbons, Schwefels, Phosphors u. s. w. versetzte Eisen. Jedes Stück solchen Eisens besitzt eine gleichförmige magnetische Atmosphäre, die aber leicht auch in eine ungleichförmige umzuwandeln ist. Ein Beyspiel mit *ungleichförmiger* magnetischer Atmosphäre insbesondere biethet eine gewisse Art des in der Natur vorkommenden Eisenerzes

dar, welches eben darum ein *Magnet (natürlicher Magnet)* genannt wird. Der grösste unter allen natürlichen Magneten ist aber unser Erdball selbst; auf welchem das magnetische Fluidum dergestalt vertheilt ist, dass es sich um den Nordpol am meisten angehäuft hat, und also am Südpole in geringster Menge vorhanden ist.

Nach dieser Vertheilung des magnetischen Fluidums am Erdball hat man daher nicht nur an diesem, sondern auch an allen übrigen Magneten denjenigen Theil, an welchem das meiste magnetische Fluidum haftet, den *Plus-Pol*, *positiven Pol*, = + *Pol*, den entgegen gesetzten hingegen, an welchem das wenigste magnetische Fluidum haftet, den *Minus-Pol*, *negativen Pol*, = — *Pol* genannt; und eben so diejenige der halben Länge des Magnetes nahe liegende Stelle, an welcher die magnetische Atmosphäre noch immer dieselbe Grösse hat, wie vor ihrem Uebergang zur ungleichförmigen Vertheilung, den *Indifferenzpunct* (Culminationspunct oder Aequator). —

Man hat jedoch auch *künstliche Magnete;* die dann entstehen, wenn an einem Stabe des früher erwähnten unreinen Eisens die magnetische gleichförmige Atmosphäre, durch die weiterhin noch vorkommenden Ursachen, auf eine bleibende Weise verschoben wurde, und also an dem einen Ende des Stabes mehr, am andern dagegen weniger magn. Fl. haftet. — Magnete insbesondere, die in beyläufig ihrer halben Länge mit einer kleinen Vertiefung versehen sind, und mittelst derselben auf einer aufwärts gerichteten Spitze frey schwebend und leicht beweglich aufgestellt werden können, nennet man *Magnetnadeln.*

aa) Eigenschaften der Magnete.

§. 283. Die auffallendste Eigenschaft eines Magnetes ist die, dass er das Eisen schon in einiger Entfernung anziehet. Bringet man den Magnet mit Eisenfeile zusammen, so wird diese daher schon vor der Berührung in Bewegung gebracht,

und hängt sich in Bartform an den Magnet an. Dabey ergibt sich aber wieder die auffallende Erscheinung, dass die Eisenfeile wohl am + und — Pol, nicht aber an der Stelle des Indifferenzpunctes angezogen wird; was indessen sehr natürlich zugeht: denn am + Pol ist das meiste magn. Fl. zusammen gehäuft, die Eisenfeile, welche eine schwächere, nähmlich die natürliche magnetische Atm. hat, wird also (§. 280) in der Nähe dieses Poles an Capacität für des magn. Fl. zunehmen, und eben darum seine Atmosphäre anziehen, und weil sie selbst ein geringeres Gewicht besitzt, sich zu jenem Pole hinbewegen; der — Pol hingegen hat eine schwächere magn. Atm. als die Eisenfeile, er gewinnt daher in der Nähe der Eisenfeile an Capac. und ziehet folglich die stärkere Atm. der lezteren so heftig an, dass sie endlich selbst mit bewegt wird; am Indifferenzpunct endlich zeigt sich gar keine Anziehung, weil der Magnet hier eine im Verhältniss zu seiner Capac. eben so grosse Atmosphäre hat, als die Eisenfeile, und also alles im Gleichgewichte stehet. — Körper, die solche Eigenschaften des Magnetes besitzen, nennet man *magnetische* Körper; und sie tragen nach Verhältniss ihrer Grösse ein oft sehr bedeutendes Gewicht an Eisen. (*)

[Man übersehe hier nicht, dass diese Anziehungen von den magnetischen Atmosphären abhängig sind, und also nicht der ziehende oder gezogene, sondern immer derjenige Körper bewegt wird, welcher, als der leichtere, den geringsten Widerstand leistet. — Nähert man eine Eisenstange mehreren auf dem Tische liegenden sehr kleinen Magneten, so werden sie eben so wie die Feilspäne dem Eisenstabe zuhüpfen.]

§. 284. Wird ein Magnet oder eine Magnetnadel frey in der Luft schwebend aufgehangen, oder auf einer Spitze ruhend aufgestellt; so kommt sie nach einige Oscillationen endlich dergestalt zur Ruhe, das ihr + Pol dem Südpol der Erde, ihr — Pol hingegen dem Nordpol der Erde zugewendet ist. Diess geschieht aus dem Grunde, weil der weniger magnetische Pol oder — Pol der Erde (der Südpol) die

stärkere magnetische Atm. des + Pols am Magnete, und der — Pol des Magnetes die reichere magnetische Atm. des + Pol (Nordpols) der Erde anzieht. — Bey diesem Experiment ergeben sich jedoch zwey merkwürdige Abweichungen in den Erscheinungen.

Erstens ist die Richtung der magnetischen Pole des Erdballs nicht ganz übereinstimmend mit den Umwälzungspolen desselben; sie weichet vielmehr dergestalt ab, dass der + Pol des Erdballs 22° westlich vom Nordpol, und der — Pol 22° östlich vom Südpol entfernt ist; daher denn auch die zwischen diesen Puncten liegende *magnetische Erdachse*, und in Folge dessen auch der *magnetische Aequator* des Erdballs von seiner Umwälzungsachse und dem daraus folgenden Aequator einigermaassen verschieden seyn müssen. — *Magnetischer Meridian* heisset jener Kreisbogen, welcher an der Oberfläche des Erdballs, vom + Pol bis zum — Pol in der Richtung der magnetischen Erdachse gedacht wird.

Zweytens bemerkt man, dass die Magnetnadel, im magnetischen Aequator des Erdballs aufgestellt, nicht nur die gewöhnliche Richtung von Norden nach Süden, sondern zugleich auch gegen die Erdoberfläche eine horizontale Stellung annimmt; während sie, sobald sie vom Aequator entfernt wird, möge diess nach Süden oder Norden geschehen, allemahl die horizontale Stellung verliert, und sich um so mehr mit ihrem + Pole gegen die Erdoberfläche neiget, *inclinirt*, je weiter sie nach Süden fortgerückt; und um so mehr mit ihrem — Pole inclinirt, je weiter sie nach Norden hingerückt wird. — Der Grund dieser Erscheinung ergibt sich aber consequent in dem Umstande: dass unter dem Aequator die Pole der Nadel von denen der Erde gleich entfernt sind, und eben darum gleich stark angezogen werden; während bey jeder andern Stellung der Nadel, diejenigen zur gegenseitigen Anziehung geeigneten (freundschaftlichen) Pole wirksamer auftreten müssen, welche einander näher gebracht werden: so zwar, dass durch dieses Expe-

riment zugleich die Abnahme der magnetischen Anziehung mit der Entfernung vollkommen erwiesen wird.

[In physikalischen Werken wird der — Pol der Magnetnadel zuweilen Nordpol genannt, weil er nach dem Nordpol der Erde zeiget. Man hat also Ursache sich vor Irrungen zu hüten, und nie zu vergessen, dass der Nordpol der Erde ein + Pol, die dahin zeigende Spitze der Magnetnadel aber ein — Pol ist.]

§. 285. Wie der Erdball auf die Magnetnadel, so wirken aber überhaupt auch die grössern Magnete auf die kleinern. Werden daher zwey Magnete von verschiedener Grösse einander genähert, so zeigt sich schon in einer verhältnissmässigen Entfernung die Wirkung; indem der kleinere sich nach dem grössern fügt, und wenn er beweglich ist, sich dergestalt wendet, dass sein + Pol in Folge der magnetischen Anziehung nach der Vereinigung mit dem — Pol des grössern, und sein — Pol zum + Pol des grössern hinstrebt. Ja wenn man mit einer schwebenden Magnetnadel der ganzen Länge nach über einen liegenden Magnet in nicht zu grossem Abstande hinfährt, so wird die Nadel alle Modificationen der nördlichen und südlichen Inclination zeigen. — Werden ferner zwey Magnete einander absichtlich mit den gleichnahmigen Polen nahe gebracht, so stossen sich diese scheinbar ab, und einer derselben, wenn er beweglich ist, wendet sich immer auf die Art, dass der + Pol des einen mit dem — Pol des andern Magnetes zusammen kommt; was jedoch nur in der Anziehung der Mangel habenden — Pole zum Ueberflusse der + Pole (§. 283) seinen Grund findet. — Diese Anziehung der ungleichnahmigen und scheinbare Abstossung der gleichnahmigen Pole ist auch Ursache, dass eine schwebende Magnetnadel, wenn ein stärkerer Magnet in ihrer Nähe, gleichviel ob unter oder über, oder neben derselben, auf verschiedene Art bewegt und gewendet wird, alle Bewegungen in umgekehrter Ordnung auf solche Weise mit machet, wie es der möglichsten Annäherung ungleichnahmiger Pole entspricht. — Aus diesem einfachen Principe

lassen sich daher auch alle übrigen Bewegungen der Magnetnadel erklären, und sogar die Richtungen, welchen sie unter gewissen Umständen folgen wird, vorher bestimmen. Nur muss man bey diesen Schlüssen höchst behutsam zu Werke gehen; weil dabey sehr leicht etwas übersehen wird, und die Magnetnadel nicht selten von der aus bekannten Ursachen gefolgerten Richtung, durch übersehene Einflüsse, als z. B. durch die magnetische Wirkung des Erdballs, durch in der Nähe befindliche Magnete, Eisenerze, Eisengeräthe, elektrische Ladungen u. s. w. einigermassen abgelenkt werden kann.

§. 286. *a*) Wird endlich einer in der Ruhe befindlichen Magnetnadel ein Stück reines Eisen genähert, so wird sie sogleich von ihrer Richtung abgelenkt, und einige Versuche lehren bald, das sie an *beyden* Polen vom Eisen gleich stark angezogen wird; was auch ganz natürlich zugehet, da das Eisen eine natürliche magnetische Atm. besitzt, während der eine Pol der Magnetnadel Ueberfluss, der andere hingegen gleichmässigen Mangel hat, und also in beyden Fällen gleich grosse Ursachen zur Anziehung einmahl von einer, einmahl von der andern Seite vorhanden sind (§. 283).

ββ) *Darstellung der Magnete.*

§. 286. *b*) Da sich ein Magnet von den nicht magnetischen Körpern nur darin unterscheidet, dass diese eine gleichförmige magnetische Atm. besitzen, während an jenem eine ungleichförmige, ungleich vertheilte oder polarische magnetische Atm. haftet; so wird es folglich bey der Darstellung *künstlicher Magnete* bloss darauf ankommen, dass an geeigneten Körpern (§. 280 u. s. f.) die natürliche magn. Atmosphäre gestört, verschoben, und überhaupt in eine ungleichförmige umgewandelt werde; und man wird dabey *bleibende*, *andauernde*, oder *momentane*, *periodische*, *unbeständige Magnete* entstehen sehen; je nachdem das verwendete Material ungleich vertheilte magn. Atm. andauernd zu behalten

vermag oder nicht. — Die Mittel zu jener Störung der magn. Atmosphären können auch sehr verschieden seyn, und man hat letztere bereits jetzt schon durch mechanische Gewalt, durch magnetische Abstossung, durch magnetische Anziehung, durch magn. Anziehung und Abstossung zugleich, durch elektrische Strömungen, durch Einwirkung des Lichtes, und endlich durch Erhitzung bewirkt. (*)

§. 287. Die *mechanische Gewalt* aller Art ist fähig, die magnetischen Atmosphären zu stören. Daher sehen wir, dass aus unreinem Eisen oder aus Stahl verfertigte mechanische Werkzeuge, die bey ihrer Verwendung oft wiederholt auf gleiche Weise gerieben, gestossen, geschlagen oder gestrichen werden, magnetische Pole bekommen. Sehr auffallend zeigt sich diess, wenn mit einem Hammer einige leichte Schläge gegen das eine Ende einer wenigstens 3 Fuss langen Stange aus carbonhältigem Eisen geführt werden. Das geschlagene Ende wird sodann den + Pol einer Magnetnadel abstossen, und also selbst ein + Pol geworden seyn; während das entgegen gesetzte Ende der Stange den + Pol der Magnetnadel anziehet, und mithin ein — Pol geworden ist. Bey diesem Verfahren ist also durch die Erschütterung die natürlich magnetische Atm. des Eisenstabes losgerissen, und in der Richtung gegen den Hammer stärker angehäuft worden. Die Richtigkeit dieser Ansicht lässt sich übrigens auch durch eine Gegenprobe erweisen: denn einige Hammerschläge am nunmehrigen — Pole der magnetischen Stange heben den magnetischen Zustand wieder auf; ja einige Schläge mehr, können sogar den — Pol der Eisenstange in einen + Pol umwandeln. (*)

§. 288. Durch *magnetische Abstossung* wird ein Magnet erzeugt, wenn man einen starken Magnet mit seinem + Pol nach Süden gewendet, in den magnetischen Meridian legt, dann einen Stahlstab in derselben Linie mit einem seiner Enden an den + Pol des Magnetes ansetzt, und beyde längere Zeit in Berührung lässt. Dabey wird durch die magn.

Atmosphäre des + Pols des Magnetes die natürliche magn. Atm. der Stahlstange dergestalt abgestossen, dass sie sich am entgegengesetzten Ende bedeutend verstärket; daher man denn auch nach einiger Zeit dieses Ende + magnetisch, und das den + Pol des Magnetes berührende Ende — magnetisch, und mithin den Stahlstab in einen bleibenden Magnet umgewandelt findet.

Wird derselbe Versuch mit der Abänderung wiederholt, dass man statt der Stahlstange eine Stange von reinem Eisen an den Magnet setzt, so gehet auch diese, und zwar noch schneller und vollständiger, in den polarisch-magnetischen Zustand über, und bewährt sich am entferntesten Ende als starker + Pol, so lange sie mit dem Stahlmagnet in ununterbrochener Verbindung stehet. Ein solcher, aus reinem Eisen erzeugter Magnet, ist aber nur ein *unbeständiger* (§. 286), und sein magnetischer Zustand verschwindet daher bis auf einen schwachen Rest in demselben Augenblick in welchem jene Verbindung aufgehoben wird.

§. 289. Durch *magnetische Anziehung* wird ein Magnet erzeugt, wenn man im Uebrigen wie vorhin (§. 288) verfährt; mit dem Unterschiede jedoch, dass der magnetisch zu machende Stahlstab nicht an den + Pol, sondern an den — Pol des starken Magnetes angesetzt wird. Es wird also hier der Mangel habende — Pol des Magnetes die natürliche magnetische Atmosphäre des Stahlstabes anziehen, und an dem den Muttermagnet berührenden Theile stärker anhäufen; so zwar, dass dieser Theil + Pol, der entferntere Theil hingegen — Pol wird. — Behandelt man auf gleiche Weise einen Eisenstab, so geschieht dasselbe, und es wird auch wieder nur ein *unbeständiger* Magnet gebildet.

§. 290. Durch *magnetische Anziehung und Abstossung zugleich* wird ein Magnet erzeugt, wenn man die magnetisch zu machende Stahlstange mit zwey Magneten dergestalt in gerader Linie in den magnetischen Meridian einlegt, dass sie mit einem Ende den + Pol des einen und mit dem

andern den — Pol des andern Magnetes berührt, und zugleich beyde + Pole der beyden Magnete nach Süden gerichtet sind. — Es wird nun, wie leicht einzusehen, die natürliche magn. Atm. des Stahlstabes zugleich von dem + Pol des einen Magnetes abgestossen, und vom — Pol des andern Magnetes angezogen werden, und eben darum in derselben Zeit eine vollständigere Verschiebung Statt finden müssen, als bey den vorhin (§. 288 und 289) erwähnten einseitigen Verfahrungsarten.

Dass bey der Einwirkung von zwey entgegengesetzten Richtungen der Effect grösser werde, beweiset auch die längst bekannte Erfahrung; vermöge welcher ein Magnet von einem eisernen Ambos ein schwereres Stück Eisen aufzuheben vermag als von einem hölzernen Tische. Diess geschieht desswegen, weil das aufzuhebende Eisen unter Mitwirkung des Amboses ein stärkerer unbeständiger Magnet wird, als wenn es nur der Wirkung des Magnetes ausgesetzt wäre. (*)

[Eine andere Modification dieses Verfahrens ist die, dass man einen Magnet mit einem gleich grossen Stahlstabe der Länge nach dicht neben einander, und mit dem + Pol gegen Süden in den magn. Meridian legt, und der Ruhe überlässt, bis die Wirkung erfolgt. — Auf demselben Princip beruhet auch die Erfahrung, dass Stangen aus carbonhältigem Eisen, wenn sie lange im magn. Meridian liegen, durch den Magnetismus des Erdballs magnetisch werden.]

§. 291. Bey weitem ausgiebiger endlich ist noch ein anderes Verfahren: wobey nebst der Anziehung und Abstossung auch noch mechanische Bewegung zu Hülfe genommen wird; indem man die Magnete durch das sogenannte *Streichen* erzeugt. Diess geschieht auf die Weise, dass der zu magnetisirende Stahlstab mit einem senkrecht darauf gestellten Magnet oft wiederholt *in einer und derselben Richtung* der ganzen Länge nach und noch etwas über das Ende hinaus gestrichen wird. Nach solchem Streichen findet man allemahl, dass dasjenige Ende des Stahlstabes, bey welchem der Strich angefangen wurde, denselben magnetischen Zu-

stand erlangt, wie derjenige Pol des Magnetes, mit welchem das Streichen geschah; so zwar, dass an demselben durch den +Pol ein +Pol, und durch den —Pol ein —Pol erzeugt wird. — Diese Erscheinung erklärt sich auch ganz consequent damit: dass der Magnet, bey seinem Eintritt in die natürlich magn. Atm. des Stahlstabes das Gleichgewicht stört, und mit seinem +Pol das magn. Fl. an die enferntesten Theile des Stahlstabes abstösst, mit dem —Pole hingegen in seiner Nähe ansammelt; dass also nothwendig während des Streichens der +Pol des Magnetes die verdichtetere magn. Atm. des Stahlstabes vor sich herjagen, der —Pol hingegen nach sich ziehen wird; dass daher dieser gestörte Zustand unter dem Einflusse des Magnetes beym Streichen fortwährend auf dem Stahlstabe andere Stellen treffen muss; dass aber in demselben Augenblicke, wo der störende Magnet die Stahlstange verlässt, diese leztere ihre gestörte magn. Atm. in demselben Zustande, den sie gerade hat, festhalten wird; dass folglich nothwendiger Weise dasjenige Ende des Stahlstabes, welches der Magnet zuletzt verlässt, einen magnetischen Zustand behalten muss, welcher demjenigen des streichenden Magnetpoles gerade entgegengesetzt ist. (*)

[Die hier beschriebene Manipulation wird der *einfache Strich* genannt; es sind aber noch andere Methoden ausgedacht worden, z. B. der *Doppelstrich*, der *Kreisstrich* u. m. a. — Beym Doppelstrich geschieht das Streichen mittelst zwey Magneten, die man, den einen mit dem —Pol, den andern mit dem +Pol auf die Mitte des zu magnetisirenden Stahlstabes stellet, und dann gleichzeitig mit beyden oft wiederholt von der Mitte gegen die beyden Enden, und wieder gegen einander bis in die Mitte streichet, und zuletzt in der Mitte die Magnete abhebt; wobey der Erfolg noch grösser wird, wenn man den Stahlstab mit seinen Enden auf den Polen zweyer Magnete dergestalt ruhen lässt, dass dasjenige, welches mit dem + Pol gestrichen wird, auf dem +Pol, das mit dem —Pol zu streichende hingegen auf dem —Pol des einen untergelegten Magnetes zu liegen kommt. — Der *Kreisstrich* findet Statt, wenn man zwey Stahlstäbe mit einander paralell auf den Tisch leget, dann an ihren

Enden durch zwey Eisenstäbe zum Paralellogramm verbindet, und auf diesem anhaltend, und immer nach einer Richtung mit zwey vertical gehaltenen Magneten im Kreise herumfährt, die nur durch ein Stückchen Holz von einander getrennt, und dergestalt geordnet sind, dass von einem der + Pol, von dem andern hingegen der — Pol zum Streichen dienet. — Die Theorie auch dieser Methoden ergibt sich aus dem früher Angeführten.]

§. 292. Die Bildung der Magnete durch *elektrische Strömungen* und durch Einwirkung des *Lichtes* hängt zuweilen davon ab, dass das Licht oder die Elektricität unter Verlust einer gewissen Menge Aräons zersetzt, und auf jenes Verhältniss der Bestandtheile zurückgeführt werde, in welchem sich das magnetische Fluidum constituirt; oft aber, besonders bey schwächerer Einwirkung, erzeugen jene Strömungen auch nur dadurch Magnete, dass sie, ihrer Richtung entsprechend, die natürlich magnetischen Atmosphären fortschieben, und mehr auf einen Theil der Körper concentriren: von dem ersten dieser Effecte wird weiter unten (bey Licht und Elektricität) noch die Rede seyn.

Durch mässige *Erhitzung* endlich hat man in neuerer Zeit, oft an Metallen magnetische Pole entstehen sehen; und es lässt sich, da bey solchen Gelegenheiten das nicht erhitzte Ende, z. B. eines Metallstabes oder Drahtes, die Eigenschaften eines + Pols erlangte, folgern, dass die Störung der magnetischen Atmosphäre in solchem Falle nur durch die abstossende Kraft des Aräons bewirkt worden sey: doch sind alle diessfälligen Erscheinungen noch viel zu wenig untersucht, als dass darüber definitiv abzusprechen wäre.

[Eine ähnliche Bewandtniss hat es wahrscheinlich auch mit der bekannten Erfahrung, dass erhitzte Stäbe unreinen Eisens beym Ablöschen im Wasser magnetische Pole erlangen. — Die auf diesen verschiedenen Wegen erzeugten magnetischen Erscheinungen hat man *Elektromagnetismus*, *Photomagnetismus*, *Thermomagnetismus* u. s. w. genannt; obwohl das dabey entstandene oder wirkende magnetische Fluidum immer nur eines und dasselbe ist.]

§. 293. Ausser den hier erwähnten *linearen* oder *stangenförmigen*, hat man auch noch *hufeisenförmige Magnete*, die durch das Magnetisiren hufeisenförmig gebogener Stahlstäbe entstehen, und gewöhnlich zu Versuchen über die magnetische Ziehkraft dienen. Sie werden zu dieser Absicht mit ihren beyden Polen abwärts gerichtet aufgehangen, und beyde Pole durch ein horizontal daran gelegtes Eisen, den sogenannten *Anker*, mit einander vereiniget; damit in gleicher Entfernung von beyden Polen an den Anker, welcher hier durchbohrt zu seyn pflegt, die Wagschale zur Messung der *Zieh*- oder *Tragkraft* aufgehangen werden könne.

[Die Vorlegung eines Ankers ist aber auch in so fern nützlich, als dadurch die Magnete länger als solche erhalten, ja sogar verstärkt werden; was auch sehr natürlich zugeht, da der Anker in dieser Verbindung selbst ein unbeständiger Magnet wird, und also durch Anziehung und Abstossung (§. 290) vortheilhaft auf den Magnet einwirket. Daher ist es auch selbst den linearen Magneten zuträglich, wenn sie an beyden Enden mit Eisenstücken belegt, *bewaffnet*, oder zwey derselben, mit zwey Eisenstäben verbunden (wie beym Kreisstrich §. 291) aufbewahrt werden.]

Man hat ferner auch *magnetische Batterien*, die dadurch entstehen, dass mehrere Magnete von gleicher Gestalt mit den gleichnahmigen Polen auf einander gelegt und befestiget werden. Sie leisten aus begreiflichem Grunde mehr, als die einfachen Magnete.

§. 294. Die natürlichen Magnete insbesondere (§. 286) finden wir zwar bereits von der Natur mit magnetischen Eigenschaften ausgestattet vor: sie bedürfen aben dennoch einer kleinen Nachhülfe der Kunst; weil sie meistens sehr kurz sind, und eben darum ihre nahe liegenden Pole sich minder scharf unterscheiden, als bey den künstlichen Magneten. Solche Magnete werden daher an ihren beyden Polen mit Eisenstäben dergestalt belegt (bewaffnet, *armirt*), dass die Enden auf einer Seite hervorragen, und, indem

sie nun (§. 288) in unbeständige Magnete übergehend, die beyden Pole des natürlichen Magnetes bilden, mit einem Anker belegt werden können.

§. 295. Was endlich die absolute Grösse und die Vertheilung der magnetischen Atmosphären an den Magneten anbelanget, so ist zwar hierüber noch Manches näher zu untersuchen; doch lässt sich jetzt schon schliessen: dass die Vertheilung bey vollkommenen Magneten einem bestimmten regelmässigen Gesetze folge, und die Grösse der Atmosphären zu verschiedenen Zeiten eine verschiedene seyn könne.

[In erster Beziehung ergibt sich die Veranlassung zu jenem Schlusse in dem Umstande, dass ein langer magnetisch gemachter Eisendraht — welcher, wie es seyn soll, mit seinen beyden Polen die Magnetnadel anziehet und abstosst, am Indifferenzpunct aber gar nicht afficirt (§. 283) — wenn er in mehrere Stücke zerschnitten wird, eben so viele kleine Magnete liefert; die auch alle an demselben Ende + magnetisch sind, wo es der ganze Draht war. Diess könnte gewiss nicht geschehen, wenn die magn. Atm. des ganzen Drahtes nicht vom — Pol bis zum + Pol regelmässig an Stärke zugenommen hätte. Ueberdem findet sich, dass jene kleinen Magnete in demselben Maasse schwächer wirken, als sie im ganzen Drahte dem — Pole näher gewesen sind. (*)

In zweyter Beziehung ist es zwar gewiss, dass jeder Stahlstab nach seiner Capacität für das magn. Fl. ein gewisses Maximum desselben an sich nehmen kann. Dass aber dieses Maximum unter verschiedenen Umständen verschieden seyn könne beweiset schon der Umstand: dass ein und derselbe Magnet in der Nähe stärkerer Magnete eine grössere, als seine gewöhnliche Ladung annimmt, aber wenn er aus jener Nachbarschaft entfernt wird (§. 283), den Ueberschuss auch sogleich wieder verliert.] (*)

Es ist jedoch die Wirksamkeit der Magnete nicht nur von der absoluten Grösse der magnetischen Atm., sondern auch von der Vertheilung abhängig. Ein Magnet von derselben Grösse wird weit mehr leisten, wenn seine Atm. bis zum Maximum am + Pol angehäuft wurde. Es wird aber

das Gegentheil erfolgen, wenn durch eine schwache Vertheilung auch nur eine geringe Differenz zwischen dem + und — Pole bewirkt, oder das Maximum der Anhäufung nicht bis zum + Pole verschoben worden ist. — Ja es gibt sogar Fälle, wo ein Magnet mehr als zwey Pole hat, und dann noch weniger leistet.

[Magnete mit drey und mehr Polen sind oft die natürlichen Magnete; auch entstehen sie nicht selten durch elektrische Schläge, wo durch die Heftigkeit der Wirkung das magnet. Fl. zugleich nach mehreren Richtungen verschoben wird. — Magnete mit mehr Polen entstehen endlich auch, wenn man gar zu lange Stahlstäbe durch Abstossung (§. 288) magnetisiren will; denn ein Magnet von gegebener Stärke stösst die magnetische Atm. des Stahlstabes nur bis auf eine gewisse Entfernung ab: so zwar, dass an diesem Puncte ein + Pol entstehet; welcher dann hinter sich wieder einen — Pol und + Pol u. s. w. erzeugt, bis endlich in einem sehr langen Stabe mehrere abwechselnde Pole gebildet werden.] (*)

γγ) *Zerstörung der Magnete.*

§. 296. Die Magnete als solche werden allemahl zerstört, wenn mit denselben das Gegentheil von dem geschieht, was bey ihrer Erzeugung geschah, also: *a*) wenn der zu zerstörende Magnet an einem seiner Pole mit dem gleichnahmigen Pole eines stärkeren Magnetes längere Zeit in Berührung ist; wobey begreiflicher Weise seine eigene magnet. Atm. durch Anziehung oder Abstossung nach und nach bis zur gleichförmigen Vertheilung verschoben wird. Doch darf dieser Einfluss auch nicht zu lange dauern; weil sonst an dem bereits zerstörten Magnet eine entgegengesetzte Vertheilung, oder die sogenannte *Umkehrung der Pole* erfolgt, indem dort, wo vorhin der + Pol war, ein — Pol entstehet (§§. 288 und 289); *b*) durch entgegengesetztes Streichen, indem z. B. der zu zerstörende Magnet, mit dem + Pol eines starken Magnetes, in der Richtung von seinem — Pole gegen den + Pol hin gestrichen wird. Auch erfolgt, wie leicht einzusehen, bey zu oft wiederhol-

tem Streichen zuletzt die Umkehrung der Pole; *c*) durch Erschütterungen, Reiben, Stossen, Schlagen in einer Richtung, die jener entgegen gesetzt ist, durch welche der Magnet entstand. Insbesondere werden die Magnete schnell zerstört, wenn sie in der Richtung des magnetischen Aequators geschlagen werden; weil in dieser Lage ihre Atmosphären von den beyden Polen des Erdballs gleich stark angezogen und abgestossen werden, und eben darum durch Erschütterung leichter zur gleichförmigen Vertheilung übergehen (§. 287); *d*) durch längeres Erliegen der Magnete im magnetischen Meridian mit ihrem + Pole nach Norden gewendet (§. 290); *e*) durch Erhitzung bis zum Glühen, wobey die ganze magnetische Atm. durch Verbindung mit mehr Aräon in Licht umgewandelt wird, und als solches entweichet; doch muss das Glühen wie das Erkalten in der Richtung des magnetischen Aequators geschehen, weil sie sonst beym Erkalten schon wieder magnetisch werden; *f*) durch elektrische Schläge oder Strömungen, und durch Licht, wenn diese in einer Richtung einwirken, die derjenigen entgegen gesetzt ist, durch welche Magnete entstehen, und s. w. Auch hier können aber durch ein Uebermaass der Einwirkung die Pole umgekehrt, d. i. mit andern Worten, aus den bereits zerstörten wieder neue Magnete gebildet werden; (durch elektrische Schläge, z. B. durch Blitze, können am leichtesten auch Magnete mit mehr als zwey Polen entstehen); *g*) durch rasche Expansion, wobey das magnetische Fl., indem es aus der Umgebung mehr Aräon aufnimmt, in elektrisches Fluidum übergehet. (*)

[Diess letztere geschieht z. B. wenn man bey starken magnetischen Batterien die Einrichtung trifft, dass mittelst einer mechanischen Vorrichtung der Anker oft wiederholt plötzlich abgerissen und wieder aufgesetzt werden kann; zugleich aber der Anker selbst in seiner Mitte von einem mit Seide übersponnenen Kupferdraht (1/4 Lin. dick) dergestalt 50 oder mehrmahl spiralförmig umwunden ist, dass die beyden Enden den Magnet fast berührend in dessen Ebene fallen. Bey der Manipulation

wird man, so oft der Anker entfernt wird, einen elektrischen Funken erblicken, weil das am Anker haftende magn. Fl. durch seine Ausdehnung in elekt. Fl. übergehet, und durch den Draht auf den Magnet überschlägt. — *Faraday* hat diesen Apparat neuerlich sehr vervollkommnet, indem er mehrere Magnete in die Peripherie eines Rades setzte, und also durch Umdrehung denselben Effect vervielfältigt hervorbrachte. (*Dingl.* p. J. XLVII, 90.)] (*)

δδ) *Anwendung der Magnete.*

§. 297. Die Magnete sind in neuerer Zeit mit grossem Erfolg *in der Medicin* zur Anwendung gelangt; aber es ist begreiflich, dass sie nur dort nützen können, wo sie auf solche Weise zu appliciren sind, dass der leidende Theil in den magnetischen Wirkungskreis gebracht wird: daher denn auch um so grössere Magnete erforderlich werden, je tiefer der leidende Theil liegt. — Dem Chemiker dagegen dient der Magnet als Reagens in jenen Fällen, wo eine in Frage stehende Substanz durch *magnetische Polarität* (d. i. durch magnetische Pole die sie selbst besitzt) von andern Substanzen unterschieden wird. Man hat zu diesem Ende eine aufrecht stehende Spitze, und auf dieser eine in Form einer Magnetnadel schwebende messingene Vorrichtung; auf welche der zu untersuchende Körper gelegt, und hierauf ihre Polarität mit einem entgegen gehaltenen Magnet geprüft wird. — Die Magnetnadel endlich ist, durch ihre Fähigkeit, unaufhörlich nach Norden und Süden zu zeigen, selbst dort, wo alle andern Mittel fehlen, in Gestalt des *Compasses*, der letzte *Wegweiser für Seefahrer* und *Markscheider* geworden; und durch ihre Eigenschaft, an verschiedenen Theilen des Erdballs auf verschiedene Weise sich gegen den letztern zu neigen insbesondere, hat sie, als *Inclinationsnadel*, schliessen lassen, ob man sich auf der nördlichen oder südlichen Hälfte des Erdballs befinde, und wie weit man von einem oder dem andern Pole entfernt sey. (*)

β) *Entstehung des magnetischen Fluidums.*

§. 298. Die ausgiebigste, und bis jetzt auch die einzige mit einiger Sicherheit erkannte Quelle zur Entstehung des magnetischen Fluidums finden wir in der Zersetzung des elektrischen Fluidums mittelst Verdichtung (s. Zers. des elektr. Fl. §. 313. *b*); wobey dieses Aräon verliert, und dadurch in magn. Fl. umgewandelt wird. — Auf dieselbe Weise werden höchst wahrscheinlich auch alle magnetischen Atmosphären, die sich an allen Körpern nach Verhältniss ihrer Capacität für das magn. Fl. vorfinden, erzeugt; indem diese Körper durch Attraction (§. 359, *b*, *ee*) das elektr. Fluidum aus der Atmosphäre oder sonstigen Umgebung so lange verdichten, bis es so viel Aräon fahren lässt, als nöthig ist in magn. Fl. überzugehen.

[Für diese Ansicht spricht die Erfahrung, dass durch Glühen ihrer magn. Atm. beraubte Magnetstäbe (§. 296), wenn sie gleich nach dem Erkalten durch Streichen magnetisch gemacht werden, den streichenden Magnet sehr schwächen; was aber nicht geschieht, wenn jene Stäbe erst nach einiger Zeit gestrichen werden: wahrscheinlich weil sie in dieser Zeit aus der Atmosphäre das elektr. Fl. anziehen, und sich die ihrer Capac. entsprechende Menge magn. Fluidum auf diesem Wege aneignen konnten.] (✳)

Es ist aber auch möglich, dass bey mehreren chemischen Processen, und vorzüglich bey vielen Oxydationsprocessen magn. Fl. erzeugt wird; dafür sprechen die magnetischen Eigenschaften, die wir, wie weiterhin vorkommt, so oft an ihren eben entstandenen Producten wahrnehmen.

γ) *Zersetzung des magnetischen Fluidums.*

§. 299. Nach den vorliegenden Erfahrungen kennet man mit hoher Wahrscheinlichkeit nur noch zwey Fälle, in welchen das magn. Fluidum zersetzt wird; nähmlich, durch Erhitzung, und Expansion (§. 296, *e* und *g*). Es ist jedoch nicht unwahrscheinlich, dass dieses merkwürdige Fluidum auch bey chemischen Processen sehr oft zersetzt

werde; obwohl hierüber bis jetzt, ausser dem Verschwinden der magnetischen Eigenschaften, keine näheren Anzeigen vorliegen.

δ) *Functionen des magnetischen Fluidums in der Natur.*

§. 300. Die magnetischen Eigenschaften des Stahls und unreinen Eisens wurden frühzeitig erkannt; weil diese Körper eine sehr grosse Capacität für das magn. Fl. besitzen, und also bey der Störung ihrer magn. Atmosphären auffallendere Erscheinungen darbiethen. — Viel später bemerkte man die Fähigkeit magnetisch zu werden auch am Nickel und Kobalt, und in schwächerem Maasse auch an einigen andern Körpern. — Der neuesten Zeit aber war es vorbehalten die wichtige Entdeckung zu machen, dass alle Körper und Körpertheile ohne Ausnahme in einem gewissen Grade und unter gewissen Umständen, wenn auch nur schwach, magnetisch werden können. (*)

[*Coulomb* hat diess durch äusserst feine Versuche dargethan, eben so *Hansteen*. An einfachen Seidenfäden aufgehangene Körper der verschiedensten Art zeigten Polarität gegen Magnete. — Senkrecht auf der Erde stehende Körper, als Bäume, Stangen, Pfähle, u. s. w. wurden alle so gefunden, dass sie am obern und untern Ende auf verschiedene Weise die Magnetnadel afficirten, und also zwey schwache Pole zeigten. Diess erklärt sich indessen sehr leicht aus dem Umstande, dass sich jene Bäume u. s. w. ganz und gar in der Lage befinden, wie jene Eisenstäbe, mit welchen die natürlichen Magnete armirt sind, und eben darum als Fortsetzungen der Pole auftreten müssen. Diess ist auch der Grund, um dessentwillen eine senkrecht gegen den Erdball gerichtete Eisenstange an der nördlichen Halbkugel mit ihrem obern Ende den — Pol mit dem untern hingegen den + Pol einer Magnetnadel anziehet; und man wird leicht einsehen, dass dabey die Eisenstange eben so ein unbeständiger Magnet geworden ist, wie wenn sie einem Magnete senkrecht auf seinen Aequator genähert wird; auch wird man errathen, dass durch dasselbe Experiment an der südlichen Halbkugel die Eisenstange im umgekehrten Verhältnisse mag-

netisch werde, weil sie nichts anders ist, als eine Armatur oder eine Verlängerung des einen Pols von demjenigen natürl. Magnet, den wir Erde nennen. — (✱)

Dass aber nicht nur viel grössere Körper, sondern auch ihre letzten Atome der magnetischen Polarität fähig seyen, diess hat man längst schon sehr deutlich an krystallisirenden Flüssigkeiten wahrnehmen können; denn wenn man bey diesen den Anfang der Krystallisation mittelst Vergrösserungsgläsern betrachtet, so bemerkt man sehr oft, dass kleine Krystallchen sich anziehen, dann wieder abstossen, sich hierauf umwenden, und nun sich wieder nähern, und endlich vereinigen: was aber lediglich darin gegründet ist, dass die kleinen Körperchen schon polarisch sind, und sich, wenn gleichnahmige Pole an einander gerathen, abstossen müssen; damit, wie bey den Magnetnadeln, die Wendung geschehe, und endlich durch die ungleichnahmigen Pole die Verbindung jener Theilchen eingeleitet werde. — Auch spricht für diese Ansicht die Theilbarkeit der grössern Magnete in kleinere (§. 295).]

§. 301. Wenn dem aber so ist, so ist es auch kaum mehr zu übersehen, dass das magnetische Fluidum in die allgemeine Naturthätigkeit als ein mächtiges Agens eingreifen wird.

Durch seine Analogie mit dem Aräon, in Absicht auf Atmosphärenbildung, war längst schon vorauszusehen, dass dieses Fluidum fähig seyn werde, chemische Verbindungen, eben so wie das Aräon, zu zersetzen; aber es ist erst in unserer Zeit gelungen, für diese Meinung auch einige beweisführende Versuche aufzubringen.

[*Murray* hat gezeigt, dass verdünnte Silberauflösung von gemeinem Eisendraht nicht afficirt, von magnetisch gemachtem hingegen, so wie von künstlichen Magneten (selbst wenn diese überfirnisst waren) metallisch gefällt wurde. — Die Zerlegung des Wassers durch magnetische Funken (§. 296, g) gehöret nicht hierher, weil man dabey mit Funken zu thun hat, die wirklich elektrisch sind. (*Schw.* J. XXXIV, 133).

Durch seine Fähigkeit, ungleiche und festhaftende oder polarische Atmosphären um die Körper und Körperatome zu bilden, ist das magn. Fl. ohne Zweifel die nächste Ur-

sache der regelmässigen Gestaltung und gegenseitigen Stellung aller Körper und Körpertheile. — Durch diese Polarität vereinigen sich die ersten Krystallchen zu regelmässigen grössern Krystallen, und Niemand wird daran zweifeln, dass dabey die durch die Anzahl und Grösse der Atome bedingte Krystallform (§. 105) in dem Maasse modificirt werden kann, als die Atome mehr oder weniger Pole besitzen, und diese auf verschiedene Weise an den Atomen vertheilt sind. — Durch diese Polarität werden ferner auch die Weltkörper, als eben so viele Magnete, unter gegenseitiger Reaction, unveränderlich in bestimmten Richtungen erhalten, und nach ewigen Gesetzen der vorgeschriebenen Bahn zu folgen gezwungen. — Ja es lässt sich endlich mit hoher Wahrscheinlichkeit aus dem Verhältniss der unorganischen zur organischen Natur folgern, dass auch in dieser letztern das magn. Fl. in hohem Maasse thätig sey. Und bedenken wir dabey, dass, hier in unserm kleinen Gesichtskreise ein Magnet den andern bis zu gewissen Gränzen stören kann; so wird es uns klar werden: wie auch unter den Weltkörpern solche Störungen möglich sind; wie diese also folgerecht die an den Magnetnadeln bereits wahrgenommenen Abweichungen, ja sogar in ihrer Rückwirkung auf die organische Natur, auch in dieser Störungen (Krankheiten) hervorrufen können, an welchen all' unser, einem kurzen Zeitraume entnommenes, Wissen zu Schanden werden muss; und wie also endlich die chemische Anziehung nicht auf unsern kleinen Erdball allein beschränkt ist, sondern in ihrer atmosphärenbildenden Modification im ganzen Weltraume thätig hervortritt. (*)

[Das Weitere über Magnetismus findet man in physikalischen Lehrbüchern, und am vollständigsten in *Biot's* Lehrb. der Experimentalphysik. — Ueber den Elektromagnetismus, und thierischen Magnetismus wird noch Einiges bey Elektricität vorkommen.

Die jetzt herrschende Ansicht nimmt zur Erklärung der magnetischen Erscheinungen zwey magnetische Flüssigkeiten an,

und bezeichnet sie mit + M und — M. Auf die weitere Erörterung dieses Gegenstandes glaubt der Verfasser jedoch nicht eingehen zu dürfen: erstens, weil sich diese Ansichten in allen physikalischen, und fast allen chemischen Werken vorfinden; zweytens, weil er sie für unrichtig hält; drittens, weil in diesem Werke der Raum gespart werden muss; und viertens, weil der Verfasser die Erfahrung hat, dass solche Ansichten dem Anfänger in der Wissenschaft nichts nützen, wohl aber zum grossen Nachtheil ihm das Studium verkümmern können.]

e) Galvanisch-elektrisches Fluidum.

§. 302. Das *galvanisch-elektrische Fluidum (galvanische Elektricität*, *Galvanismus*, unrichtiger auch *Contact-Elektricität*, *Berührungs-Elektricität* genannt), würde viel passender *schwere Elektricität* zu nennen seyn, und ist muthmasslich = O̤̤ also *fünftes Oxygenaräoid.* Es manifestirt sich als eine eigenthümliche Flüssigkeit von höchst auffallenden Eigenschaften, die sich aber sehr wohl aus seinen Bestandtheilen ableiten lassen Durch seinen Oxygengehalt wird dasselbe von vielen Körpern, und zwar von verschiedenen Körpern auf verschiedene Weise, und vorzüglich von den mit Oxygen noch nicht verbundenen Stoffen sehr heftig angezogen. Sein grösserer Aräongehalt stehet aber der Bildung energisch-chemischer Verbindungen noch mehr im Wege als beym magnetischen Fluidum; so zwar, dass dasselbe als eine äusserst feine, unsichtbare, uneinschliessbare, bisher noch nicht gewogene Flüssigkeit, andere Körper nur atmosphärisch umgibt, und von diesen so kräftig angezogen wird, dass darüber auch seine eigene Anziehung zum Erdball verschwindet: doch haftet es eben durch den grössern Aräongehalt, minder fest als das magn. Fl. an andern Körpern, und kann daher unter gewissen Umständen sehr leicht von einem auf den andern übergehen. — Zwischen den eigenen Theilchen des galv. elektr. Fl. waltet dagegen — vom Aräon ererbt — eine sehr grosse Abstossung vor; so zwar, dass mit galv. elektrischen Atmo-

sphären umschlossene Körper, wie beym magn. Fl. (§. 279) sich gegenseitig abzustossen, und andere Körper anzuziehen scheinen; was indessen, wie dort, nur die Wirkung jener Atmosphären, und auf ein gewisses Maximum beschränkt ist; eben weil, über diesem Maximum der Anziehung, das galv. elektr. Fl. von einem Körper auf den andern übergehet, und sodann alle Phänomene der Abstossung und Anziehung verschwinden. — Es ist klar, dass unter diesen Umständen auch das galv. elekt. Fl. im isolirten Zustande nicht beobachtet werden, vielleicht auch sogar nicht existiren kann. Desto häufiger können wir dasselbe aber, allemahl wenn es entstehet, Atmosph. bildend an andern Körpern wahrnehmen. An diesen Verbindungen, und aus den Umständen, unter welchen dieses Fl. gebildet und wieder zerstört wird, und aus seinem Verhalten zu andern Körpern, findet sich jedoch hinreichender Anlass, über dessen Natur das Wahrscheinlichste zu erschliessen.

α) *Verbindungen des galvanisch- elektrischen Fluidums.*

§. 303. Energisch-chemische Verbindungen des galv. elektr. Fluidums kennet man nicht; im zweyten Grade der chemischen Anziehung hingegen spricht sich seine Verbindbarkeit mit andern Körpern deutlich aus. So wird es zunächst mit einer gewissen Menge Aräons (im 2. Grade), ohne seine Eigenthümlichkeit zu verlieren, vereinigt, und erlangt dadurch ein grösseres Volumen und eine grössere Agilität (Beweglichkeit). Mit dichteren Körpern hingegen gibt uns dasselbe ein sehr vollkommenes Beyspiel der Atmosphärenbildung; doch vereinigt es sich auf diese Art nicht mit allen, sondern vorzugsweise mit metallischen, oder Wasser enthaltenden Körpern: die es bald im Ganzen, bald in ihren einzelnen Theilen atmosphärisch umgibt. Diese Atmosphären sind auch (wie beym magn. Fl. §. 280) bey ungleichen Körpern ungleich gross, ungleich verdichtet,

ungleich fest haftend; sie verändern sich auch unter verschiedenen Umständen und äussern Einflüssen auf ungleiche Weise, so wie diess mit der Wärmecapacität der Fall ist; weil die Körper — in Folge seines Aräongehaltes — eine eigene *Capacität für das galv. elekt. Fl.* besitzen: so zwar, dass ein und derselbe Körper sogar eine grösse Capacität erlangt, wenn er von verdichteterem galv. elekt. Fl. umgeben ist. — Von den magnetischen Atmosphären unterscheiden sich die galv. elekt. Atmosphären hauptsächlich dadurch, dass sie — in Folge ihres grössern Aräongehaltes — bey weitem beweglicher sind. Sie können daher (wie diess weiterhin mit dem gemeinen elektr. Fl. deutlicher nachgewiesen werden soll) nur momentan zur ungleichen Vertheilung gezwungen; nie aber auf bleibende Weise in polarische Atmosphären (§. 280) umgewandelt werden. Im Gegentheil, sie haften so schwach, dass, sobald einem mit einer solchen Atmosphäre umgebenen Körper, ein anderer geeigneter Körper bis zur Berührung genähert wird, das galv. elektr. Fl. sogleich auch auf diesen übergleitet, und eine um beyde Körper gleichsättigend vertheilte Atmosphäre bildet. (✱)

Körper die, auf solche Weise das galv. elektr. Fl. auf ihrer Oberfläche auseinanderfliessen oder fortgleiten machen, oder *leiten*, nennet man *Leiter des galv. elektr. Fl.*; Körper die dieses wenig oder gar nicht vermögen, *schlechte Leiter* oder *Nichtleiter*.

[Gute Leiter dieser Art sind die Metalle, das Wasser und wasserhaltige Körper u. s. w.; Nichtleiter, das Glas, Eis, und demselben ähnliche Körper; zu den schlechten Leitern gehöret die Seife u. s. w. — Das Phänomen der Leitung des galv. elektr. Fl. auf der Oberfläche der Körper erscheint sogleich minder räthselhaft, wenn man bedenkt, dass dasselbe von seinen Leitern stärker angezogen wird, als vom Erdball, und sich also aus demselben Grunde auf ihrer Oberfläche ausbreitet, wie das Wasser auf der Erdoberfläche.

Wie mit dem Aräon, so scheint sich das galv. elektr. Fl. auch

mit etwas thierischer Substanz verbinden zu können, und dadurch jene Modification zu erleiden; in welcher man dasselbe in den physiologischen Functionen beobachtet, und *thierische Elektricität* genannt hat.] (*)

Der Uebergang des galv. elekt. Fl. von einem Körper auf den andern kann aber in verschiedener Art Statt finden, je nachdem dasselbe in grösseren Massen auf einmahl übergehet, oder gleichsam überspringet, *überschlägt*, oder in Gestalt eines gleichförmigen ununterbrochenen Stromes hinüber geleitet wird. Die erste Art des Ueberganges nennet man den *elektrischen Schlag*, *elektrischen Stoss*, *elektrische Erschütterung*, die zweyte den *elektrischen Strom*, die *elektrische Strömung*.

β) *Darstellung des galvanisch-elektrischen Fluidums.*

§. 304. Das galv. elektr. Fl. scheint nicht ein normaler Bestandtheil des Erdballs zu seyn, sondern immer nur dort vorzukommen, wo zu seiner Bildung eine günstige Gelegenheit dargebothen wird. So weit unsere Kenntniss dermahlen mit einiger Sicherheit reichet, entstehet dasselbe immer unter solchen Umständen, wo irgend eine viel Oxygen enthaltende Verbindung zersetzt, und zugleich eine andere Substanz mit dem Oxygen, als niedrigeres Aräoid, verbunden wird. Es entstehet daher hauptsächlich bey der Bildung der Oxyde, durch Zersetzung des Wassers wenn zugleich ein anderer dichter Körper dargebothen ist, welcher das galv. elektr. Fl. schon bey seinem Entstehen aufnehmen, und seinen Uebergang in gem. elektr. Fl. (§. 313) verhindern kann. Soll uns das Daseyn dieses Fluidums jedoch bemerklich werden, so muss, nebst der Einleitung eines chemischen Processes der gedachten Art, zugleich auch eine Vorkehrung getroffen werden, durch welche dasselbe unsern Sinnen durch seine Wirkungen wahrnehmbar wird. Diess geschieht aber allemahl, wenn nebst den

zur Entstehung des galv. elektr. Fl. erforderlichen Zuthathen auch noch ein anderer Körper hinzugebracht wird; auf welchen das ~~gem.~~ elektr. Fl. übergehen, und eben bey diesem Uebergange beobachtet werden kann.

§. 305. Eine Anordnung der erwähnten Art ist folgende: Eine Kupferplatte und eine Zinkplatte von gleicher Grösse werden in ein gläsernes Gefäss dergestalt eingesetzt, dass sie sich zwar nicht berühren, aber dennoch einander auf der flachen Seite sehr nahe stehen. Jede dieser Platten ist an ihrem obern Theile mit einem angelötheten starken Drahte versehen, welcher oberhalb des Gefässes in eine äusserst feine Spitze endiget, und dergestalt gebogen ist, dass sich die beyden Spitzen der Zink- und Kupferplatte sehr nahe begegnen, und durch eine kleine Bewegung in Berührung gebracht werden können: zu welchem Ende auf den beyden Drähten noch vor dem Umbiegen derselben aufgesteckte Glasröhren mit den Händen anzufassen sind. Zu dieser Vorrichtung wird sodann das Gefäss noch bis zu $^3/_4$ seines Inhaltes mit verdünnter Schwefelsäure gefüllet.

Man wird hierauf sehr bald die Flüssigkeit in Bewegung gerathen sehen, indem das Zink von der Säure lebhaft aufgelöset wird; während bey wohlgetroffenem Verhältnisse das Kupfer unverletzt bleibt. Zugleich wird sich an der Oberfläche des Zinks viel Hydrogengas entbinden, welches in der Form von sehr kleinen Luftbläschen der Oberfläche des Kupfers zuströmt und endlich in die Atmosphäre entweichet. Der Process ist nun im Gange, und man kann sich an demselben durch folgende Versuche überzeugen, dass galv. elektr. Fl. entstanden ist, und von einer Drahtspitze auf die andere überströmt. — Legt man einen nassgemachten Finger auf einen der Drähte, und späterhin einen Finger der andern Hand auf den andern Draht; so wird man eine Erschütterung wahrnehmen, man wird fühlen, dass das galv. elekt. Fl. aus dem einen Drahte kommt, und durch den Körper in den andern Draht überströmt. Dieser

Erfolg wird auch so lange mit gleicher Lebhaftigkeit fortdauern, als noch Säure vorhanden ist; dann aber allmählich schwächer werden, und endlich, wenn die Gasentbindung in der Flüssigkeit beendet ist, gänzlich aufhören.

Der Kreis, welcher gleichsam hier durch ihre Berührung die Kupferplatte, die Flüssigkeit, die Zinkplatte, und die beyden Drähte bilden, wird der *galvanische Kreis*, der *elektrische Kreis*, die *galvanische* oder *elektrische Kette* genannt; und man sagt daher auch, wenn irgend eine Substanz zwischen die Spitzen der beyden Drähte eingeschoben wird: sie sey in den galvanischen Kreis, oder in die *geschlossene elektrische Kette* gebracht worden. Auch nennt man die beyden Drähte *Leitungsdrähte;* weil wirklich an ihrer Oberfläche das galv. elektr. Fl. fortgleitet, oder geleitet wird. — Die beyden Spitzen der Leitungsdrähte insbesondere heissen die *Pole* des Apparates, und zwar wird die von der Zinkplatte ausgehende Spitze der *Zinkpol, Oxygenpol*, *positive Pol* oder *plus-Pol* = + *Pol*, die von der Kupferplatte ausgehende hingegen der *Kupferpol*, *Hydrogenpol*, *negative Pol*, *minus Pol* = — *Pol* genannt.

§. 306. Forschen wir nach der Theorie der an der galvanischen Kette beobachteten Erscheinungen, so stellt sich diese am wahrscheinlichsten auf folgende Art dar. Sobald Zink, Wasser und Schwefelsäure sich berühren, so beginnt ein chemischer Process (§. 133); bey welchem das aus Hydrogen und Oxygenaräoid bestehende Wasser an der Oberfläche des Zinks dergestalt zersetzt wird, dass sich das Oxygen als niedrigeres Aräoid grösstentheils mit dem Zink zu Zinkoxyd und dieses mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Zinkoxyd verbindet; während ein geringer Rest des Oxygens mit viel Aräon sich zu galv. elektr. Fl. vereiniget, und auch ein Theil des Aräons im freyen Zustande ausgeschieden wird, und die Flüssigkeit erwärmt. Dabey wird aber das galv. elektr. Fl. vermöge seiner Eigenschaften die Zinkplatte atmosphärisch umgeben (*elektrisch laden*), und nur

erst wenn diese überladen ist, auch die eben entbundenen Hydrogengasbläschen atmosphärisch umschliessen: welche daher von der Atmosphäre der Zinkplatte abgestossen, von der weniger geladenen Kupferplatte hingegen angezogen werden, und eben darum an diese überströmen, und ihre Anziehung zum elektr. Fl. befriedigen müssen. — Kaum dass aber auf solche Weise das elektrische Gleichgewicht hergestellt ist, so werden auch schon mehrere Hydrogengasbläschen durch den Druck der Flüssigkeit in die Atmosphäre zu entweichen gezwungen; sie nehmen ihre elektr. Atmosph. mit. Das Kupfer hat nun wieder zu wenig elektr. Fl., und das Gleichgewicht ist mithin wiederholt gestört. Es wird also zum Ersatz neuerdings elektr. Fl. von der Zinkplatte auf die Kupferplatte übergehen müssen, und diess wird theils mit neuen Hydrogengasbläschen, theils durch die Flüssigkeit, oder jeden andern dargebothenen Leiter geschehen. Diess ist der Kreis, in welchem sich dieselben Erscheinungen wie auf einander folgende Pulsschläge immer wieder, und so lange wiederholen, als noch freye Säure vorhanden ist, die das entstandene Oxyd auflösen, und dadurch die neue Berührung des Zinks mit der Flüssigkeit bewirken kann.

Der chemische Process und die durch denselben bewirkte Zerlegung des Wassers ist folglich hier die wahre Quelle des galv. elektr. Fluidums, und die Hinzufügung eines heterogenen Körpers nützt nur in so ferne, als sie einerseits durch Störung der natürlich elektrischen Atmosphären (s. §. 354) die chemische Wirkung begünstiget, andererseits aber einen Leiter darbiethet, auf welchen das elektr. Fl. übergehen, und eben dadurch wahrnehmbar werden kann. Rückt man daher die beyden Pole bis zur Berührung gegeneinander (was man die *Kette schliessen* nennet); so wird allemahl, wenn Gasblasen von der Kupferplatte entweichen, auch eine gewisse Menge elektr. Fl. durch die Leitungsdrähte von der Zink- auf die Kupfer-

platte übergehen. Bringet man hingegen andere Substanzen, oder auch den eigenen Körper in die elektrische Kette; so werden auch diese überströmt, oder durchströmt werden, je nachdem sie porös sind oder nicht. In diesem Uebergange des galv. elektr. Fl. von einem Pol zum andern biethet sich mithin auch die einzige Gelegenheit dar, bey welcher wir dieses Fl. beobachten, und dessen Wirkung auf andere Körper versuchen können; und es ist klar, dass wir auch in diesem Falle nur eine geringe Menge desselben erhaschen können, oder gleichsam stehlen müssen; während bey weitem die grössere Menge mit den Hydrogengasblasen entweichet. — Auch ist leicht einzusehen, dass die Wirkung am grössten seyn wird, wenn sich die beyden Platten am nächsten stehen, ohne sich jedoch zu berühren; weil sodann mehr Gasbläschen die Kupferplatte berühren, und mithin auch jene Störung vervielfältiget wird, von welcher der Uebergang des elektr. Fl. vom + auf den — Pol abhängig ist. (*)

[Handelt es sich bey diesem Process insbesondere um die Frage, warum denn dabey gerade galv. elektr. Fl. und nicht eine andere Modific. des Oxygenaräoids erzeugt wird, so scheint es, dass diess bloss von der Dichtheit der Metalle abhängig ist; vermöge welcher die Attraction derselben das Aräon und Oxygen gerade im entsprechenden Verhältniss zu verdichten hinreichen; wie es bey der Bildung des magn. Fl. durch das Eisen geschieht (§. 298). Doch kann hierauf auch die Art des sich bildenden Oxydes Einfluss nehmen, je nachdem es nähmlich das Oxygen als höheres, oder niedrigeres Aräoid bindet.] (*)

§. 307. Sollen jedoch bedeutende Mengen galv. elektr. Fl. erzeugt werden, so reichet die eben beschriebene Vorrichtung keineswegs hin; sondern dieselbe muss entweder ungemein vergrössert, oder es müssen mehrere solche Apparate mit einander vereiniget werden; wodurch sodann die *galvanischen Batterien* entstehen, und eine Wirkung leisten, die der vorgenommenen Vervielfältigung proportional ist. — Man hat solche Batterien theils aus sehr ver-

schiedenen Materialien, theils nach sehr verschiedenen Formen construirt. — In Beziehung auf die Materialien ist es keinesweges nothwendig, dass man allemahl die vorhin (§. 305) erwähnten Substanzen anwende. Es kann im Gegentheil hierin ein mannigfaltiger Wechsel Statt finden, wenn nur immer Aggregate von sehr heterogenen Körpern verwendet werden; die in Folge ihrer sehr verschiedenen Capacität für das elektr. Fl. grössere Mengen desselben im elektrischen Kreise überströmen machen, und eben darum mehr leisten. Es sind auch zu dieser Absicht bereits jetzt schon sehr verschiedene Aggregate solcher Art zur Anwendung gelangt: die bald aus zwey festen und einem flüssigen, bald aus einem festen und zwey flüssigen Körpern zusammengesetzt werden; ja man hat bereits auch solche aus nur zwey verschiedenen Stoffen kennen gelernt (§. 329).

§. 308. Ein galvanischer Apparat der ersten Art ist die sogenannte *Volta'sche Säule*. Sie entstehet, wenn man gleich grosse Platten von Zink, Kupfer und Filz (oder Tuch, oder ungeleimte Pappe), worunter die letztern mit einer verdünnten Säure, oder Salzauflösung getränkt sind, auf einer Glasplatte dergestalt über einander schichtet, dass sie sich immer in derselben Ordnung wiederholen; nähmlich so: Zink, Kupfer, Flüssigkeit (feuchte Platte), *Z. K. F.* u. s. w. oder *K. Z. F. K. Z. F.* u. s. w. Die gewählte Ordnung muss aber durch die ganze Säule genau beobachtet werden, weil sonst der Effect leidet. An die letzte Zinkplatte am einen Ende, und an die letzte Kupferplatte am andern Ende der Säule, sind endlich zwey starke Kupferdrähte angelöthet, die an ihren freyen Enden mit angelöthetem Platin zugespitzt sind, und lang genug seyn müssen; damit sie, gehörig gebogen, sich mit den Spitzen begegnen, und also die beyden Pole der ganzen Batterie, die *Generalpole* formiren können.

Es ist leicht einzusehen, dass an einer solchen Batterie eigentlich nur die letzte Zinkplatte, die letzte Kupferplatte,

die diese beyden berührende Flüssigkeit der nächsten Filzscheiben, und die beyden Leitungsdrähte den wahren elektrischen Kreis (§. 305) darstellen. Die dazwischen liegenden Aggregate von Z. K. und F. bilden aber jedes für sich eben so viele geschlossene elektrische Kreise; die sich folglich immer mehr laden, bis sie endlich in Folge der Ueberladung stossweise ihren Ueberschuss durch die Flüssigkeit an das nächste Aggregat u. s. f. in der Richtung gegen den Zinkpol abgeben: so zwar, dass dieser zuletzt das Uebermaass aller Aggregate, in der Ordnung wie sie sich nach und nach entladen haben, in auf einander folgenden Stössen an den Kupferpol abgibt. — Eine solche Batterie wird nun zwar, wenn sie nicht sehr viele Platten enthält, nicht grössere Stösse geben, als die Entladung eines einzelnen Aggregates; aber sie werden sich schneller wiederholen, und endlich bey gehöriger Anzahl von elektrischen Aggregaten so schnell auf einander folgen, dass sie zuletzt ein Continuum, d. i. einen *elektrischen Strom bilden;* ja diese Batterien werden sogar zur 2, 3, 4fachen u. s. w. Wirksamkeit gesteigert werden können, wenn man die Anzahl der Aggregate so weit vermehrt, dass immerwährend 2, 3, oder mehrere derselben sich gleichzeitig entladen. — Die Leistungen elektr. Batterien sind demnach von zwey Umständen abhängig, nähmlich von der Grösse, und von der Anzahl der Platten. Eine grössere Anzahl kleinerer Platten ist mehr geeignet schnell auf einander folgende Stösse oder Erschütterungen zu erzeugen, grössere Platten hingegen liefern bey gleicher Summe ihrer Oberflächen gleichförmigere Ströme des elektr. Fl.: auf welchem Umstande die in der Folge noch vorkommenden Differenzen in den Wirkungen dieses Fl. begründet sind. (*)

[*Cuvier* und *Biot* fanden, als sie eine *Volta'sche* Säule über Wasser abgesperrt hatten, dass sie während ihrer Wirkung aus der eingeschlossenen Luft das Oxygen ganz absorbirte, und dann zu wirken aufhörte; aber auch sogleich wie-

der in Thätigkeit gerieth, wenn etwas Oxygengas hinzugelassen wurde. — Diese Angabe verdient wohl näher untersucht zu werden; damit man erfahre, ob das Oxygengas wirklich bey der Wirkung auch anderer galvanischer Batterien unentbehrlich sey. (*Biot* Lehrb. der Exper. Ph. B. II. Cap. XVIII.)]

§. 309. Bequemer für die Anwendung als die *Volta'sche* Säule ist der sogenannte *galvanische Flaschenapparat*, welcher aus länglich viereckigen Kupfer- und Zinkplatten zusammengesetzt wird, die Paarweise je eine Zink- mit einer Kupferplatte durch einen 3 bis 4 Zoll langen Bleystreifen zusammengelöthet, und in paraleller Richtung gegen einander gebogen sind. Bey der Aufstellung des Apparates werden dann parallelpipedische, sehr flache, oben ganz offene Flaschen mit den flachen Seiten in einer Reihe dicht an einander gestellt, bis zu 3/4 ihres Inhaltes mit der sauren oder salzigen Flüssigkeit erfüllt, und endlich die Plattenpaare dergestalt eingebracht, dass jedes Paar über den Rand zweyer Flaschen eingehangen, und also in jeder Flasche eine Zink- und eine Kupferplatte, ohne sich unmittelbar zu berühren, eingetaucht ist, und zugleich jede dieser Platten mit einer andern Platte in der benachbarten Flasche durch den Bleystreifen zusammen hängt. Auch in diesem Apparate wird übrigens dieselbe Reihefolge in der Anordnung von Z. *K.* *F.* wie bey der *Volta'schen* Säule Statt finden, und die letzte Kupferplatte, so wie die entgegengesetzte letzte Zinkplatte mit einem angelötheten Poldrahte versehen u. s. w.

[Andere Formen und Anordnungen des galvanischen Apparates, als z. B. der *Becherapparat*, der *Trogapparat* u. s. w., die ihre Nahmen von der Anwendung der Becher und Tröge erlangten, können wohl hier übergangen werden; doch muss noch in Kürze folgender Modific. der elektr. Apparate Erwähnung geschehen, die in neuerer Zeit wichtig geworden sind. (Laboratorium Heft XXII. Taf. XC).

Der *Wollaston'sche Fingerhut-Apparat* ist gleichsam ein mikroskopischer Apparat, welchen sein Erfinder darstellte, um zu beweisen, dass auch ein unendlich kleiner Apparat wirksam seyn müsse. Er entstehet aus einer flach gedrückten ku-

pfernen Röhre, die durch Quetschung eines kupfernen Schneider-Nähringes gebildet, und in welche eine Zinkplatte mittelst 4 Stückchen Siegellack dergestalt eingeklemmt wird, dass das Kupfer rund herum in geringem Abstande das Zink umgibt, aber nirgends berührt. Sowohl auf dem Kupferring, als auf der Zinkplatte ist ein starker Platindraht aufgelöthet, und beyde Drähte sind an ihren Enden von einander nur auf 1/2 Linie entfernt, und an dieser Stelle wieder durch einen unendlich feinen Platindraht mit einander vereiniget. Wird dieses Apparatchen, mittelst einer daran befindlichen Handhabe, bis zu 3/4 seiner Höhe in verdünnte Muriumsäure eingetaucht; so erfolgt die elektr. Wirkung sogleich mit solcher Heftigkeit, dass der feine Draht wie ein Feuerfunken anhaltend glüht, und daran Feuerschwamm entzündet werden kann. — Die Theorie dieser Erscheinung wird weiter unten folgen; aber merkwürdig ist dieselbe hauptsächlich aus dem Grunde, weil sie die Entstehung des elektr. Fluidums durch den chemischen Process erweiset: die auf allen andern Wegen bey einem so kleinen Dinge nicht zu erklären wäre.

Der *Calorimotor* oder *Deflagrator*, welcher von dem ausgezeichneten Experimentator, Prof. *Hare* in Philadelphia erfunden wurde, unterscheidet sich von anderen galv. elektr. Appaten hauptsächlich dadurch, dass grosse und viele Platten von Kupfer und Zink dergestalt an einen gemeinschaftlichen Balken befestiget sind: dass alle Zinkplatten, durch einen, und alle Kupferplatten durch einen andern angelötheten Metallstreifen mit einander in Verbindung stehen; dass die Zinkplatten, wie im *Wollaston'schen* Fingerhutapparat vom Kupfer auf beyden Seiten umgeben sind; dass sämmtliche Platten nur sehr wenig von einander abstehen; und dass sie endlich alle zugleich, mit Hülfe des erwähnten Balkens schnell in die Flüssigkeit eingetaucht und wieder aufgehoben werden können. Durch diese Einrichtung gelang es *Hare* mit einem weit geringern Verbrauch der Säure Erfolge zu erobern, die bis dahin auch zehnmahl grössere Apparate nicht gewährt hatten. (Das Laboratorium Heft II. Taf. VI. Heft XXX. Taf. CXXI. Heft XXXI. Taf. CXXII. Weimar 1825 und 1833). —

Die eigenthümliche Wirkungsart des Calorimotors oder Deflagrators gründet sich auf die Zersetzung des galv. elektr. Fl. und wird uns weiterhin noch (§. 313) klar werden.]

Von sehr wesentlichem Einflusse auf die Wirkung der

galvanischen Apparate sind in allen Fällen die Leitungsdrähte, und jene Bley- oder überhaupt Metallstreifen, durch welche die Platten mit einander verbunden sind. Diese müssen durchaus alle an einander gelöthet, und nicht etwa durch Glieder mit einander verbunden seyn; weil jedes solche Glied den Uebergang des elektr. Fl. erschwert, und den Effect vermindert: und wenn ja irgend ein bewegliches Glied nothwendig wird, so muss diess durch eine Schale mit Mercur geschehen; in welches die beyden zu vereinigenden Enden der Drähte, nachdem sie vorher an der Oberfläche amalgamirt wurden, eingetaucht werden. Sie müssen ferner eine hinreichende Masse besitzen, damit sie eine hinreichende Attraction ausüben, und daher das ganze elektr. Fl., welches die Batterie nach ihrer Grösse abgeben kann, gleichzeitig durch alle Verbindungstheile auf den — Pol hinleiten können; wobey es, wie man weiss, nicht so sehr auf die Oberfläche, sondern vielmehr auf die Masse der Leiter ankommt.

[*Stratingh* verwendete bey seinem Deflagrator von 100 Stück 20 Zoll langen und 10 Zoll breiten Zinkplatten, Leitungsdrähte aus Kupfer und Bley von 4—5 Lin. Durchmesser, und fand die Leistung des Kupfers zu der des Bleyes wie 30 zu 40.]

§. 310. Was insbesondere die Materialien zum Baue galvanischer Batterien anbetrifft, so kann man zwar an die Stelle des Kupfers und Zinks auch andere Metalle anwenden, wenn nur eines derselben leichter oxydirbar, und das andere ein guter Leiter ist; man wird jedoch immer weniger Effect erlangen, weil hierin das Zink von keinem andern Metalle erreicht wird. Auch hat die Erfahrung gelehrt, dass gegenüber dem Zink an die Stelle des Kupfers, auch Holzkohle, Platin, Gold, oder Silber verwendbar ist, und dass diese Substanzen in angeführter Ordnung sogar wirksamere Batterien geben, als das Kupfer. Man ist aber dennoch beym Kupfer und Zink geblieben, weil die Kohle schwer zu handhaben ist, und die edlen Metalle zu kostspielig sind.

Eben so können auch mancherley Flüssigkeiten zur Anwendung kommen; wenn sie nur fähig sind Oxygen abzugeben. Schon das Wasser allein erzeugt daher mit Kupfer und Zink galv. elektr. Fl., indem es zersetzt wird; allein die Wirkung gehet äusserst langsam vor sich, weil das Zink mit einem dünnen Oxydhäutchen überzogen wird: daher denn auch die raschern Erfolge, wenn Säure zugegen ist, die das Zinkoxyd entfernen kann. — Salzauflösungen leisten schon mehr, weil sie, sobald die Flüssigkeit mit elektr. Fl. geladen ist, zersetzt werden, und hierauf die freye Säure thätig auftritt; aber ihre Wirkung gehet nur langsam von Statten, eben weil jene Zersetzung vorangehen muss. Es leistet daher ein Salz mehr als das andere, je nachdem es mehr oder weniger leicht zersetzt wird. Muriumsaures Ammoniak zeiget sich aus diesem Grunde wirksamer als muriumsaures Sodiumoxyd. — Am meisten wirken endlich die verdünnten Säuren, und unter diesen wieder die Azotsäure, und zwar letztere genau im Verhältniss ihres Säuregehaltes. Dieser folgen bey gleicher Verdünnung die Schwefelsäure, dieser endlich die Muriumsäure.

[*Hare* wendete, bey seinem Deflagrator, eine Mischung von 1 Th. Schwefelsäure, 2 Th. muriums. Sodiumoxyd und 70 Th. Wasser an; und wenn er vorzugsweise Wärmeerscheinungen beabsichtigte, so wurde auch ein Zusatz von Mennige, Braunstein oder azotsauren Salzen beygefügt: damit durch diese die Entweichung von Hydrogengas, und somit auch die Entführung der Wärme verhindert werde. *Stratingh* fand eine Mischung von 100 Th. Wasser, 4 Th. Schwefelsäure und 2 Th. Azotsäure am wirksamsten.]

§. 311. Viel schwächer in der Wirkung als die bisher beschriebenen, sind dagegen jene galvanisch-elektrischen Aggregate, die aus einem festen und zwey flüssigen Körpern bestehen. Ein solches erhält man z. B. wenn eine concentrirte Säure, eine conc. Aufl. eines Alkali, und Kupferplatten, mit Behutsamkeit in regelmässiger Ordnung, z. B: *K. S.*

A, *K. S. A.* u. s. w. übereinander geschichtet werden; denn man findet durch empfindliche Probemittel bald, dass dort, wo die Säure das Kupfer berührt, ein schwacher Ueberschuss, und an dem Puncte, wo das Kupfer vom Alkali berührt wird, ein gleicher Mangel an elektr. Fl. eingetreten ist. Diese Wirkung verliert sich aber auch eben so schnell wieder, als sich die Säure mit dem Alkali verbindet.

[*Davy* erhielt eine ziemlich starke Batterie, als er mit verschiedenen Flüssigkeiten getränkte Filzplatten mit Kupferplatten abwechselnd schichtete, z. B. Kupfer, Kalischwefelleberauflösung, Kochsalzauflösung, Salpetersäure, Kupfer u. s. w.]

Man kann überhaupt annehmen, dass in jedem Aggregat von 3 verschiedenen Substanzen, wenn nur eine derselben durch Zersetzung Oxygen zu verlieren, eine andere Oxygen als niedrigeres Aräoid zu binden, und die dritte das elektr. Fl. zu leiten fähig ist, elektrische Erscheinungen erfolgen können. Diess gehet so weit, dass Phänomene solcher Art auch in Aggregaten von zwey Körpern entstehen, wenn an den Theilen des einen, eine auch nur unbedeutende Heterogenität vorwaltet. — *Oersted* bemerkte schon elektrische Anzeichen, als mit schwacher Säure eine Batterie gebauet wurde, in welcher statt der Kupferplatten, Zinkplatten eingeschaltet wurden, die etwas kleiner waren; die Ansammlung des elektr. Fl. zeigte sich dabey an den kleinern Zinkplatten. — *Zamboni* schnitt von Zinn- oder Zinkblech viereckige Platten, welche an einer Seite einen schmalen Streifen des Bleches behielten, und legte sie mit abgebogenen Streifen dergestalt in eine Reihe mit Wasser gefüllter Uhrgläser ein, dass in jedem derselben eine Platte mit dem Metallstreifen der nächsten Platte zusammentraf, und brachte an den Enden wie gewöhnlich zwey Poldrähte an. Es zeigte sich auch bald, dass der von den Platten ausgehende Draht ein +, der von den Metallstreifen ausgehende hingegen, ein — Pol sey; wesshalb er diesen Apparat eine *galvanische Batterie mit zwey Elementen* nannte.

§. 312. Es muss endlich hier noch des höchst wichtigen Umstandes gedacht werden, dass, nach *Dessaignes*, bey allen galv. elektr. Fl. liefernden Processen auch der Zustand der äussern Temperatur bedeutenden Einfluss hat. *D.* fand nähmlich, dass eine und dieselbe *Volta'sche* Säule, deren Wirkung sich (bey der Wasserzerlegung, §. 320) in einer Temp. von 15° C. = 22½ zeigte, bey 52° C. eine Wirksamkeit = 39 erlangte; bey 100° C. hingegen, und eben so bey = 18° C. ganz und gar wirkungslos wurde. — Es ist indessen auch leicht einzusehen, dass bey 100° C. alles elektr. Fl. mit dem verdampfenden Wasser davon gehen musste, und bey — 18° C. kein galv. elektr. Fl. erzeugt werden konnte, weil der chemische Process bey dieser Temperatur gehemmt wurde, welcher dessen Quelle ist. (✱)

[Man hat in neuerer Zeit durch ein Experiment erweisen zu können gemeint, dass bloss die Berührung heterogener Metalle, nicht aber der chemische Process, die Quelle des galv. elektr. Fl. sey. Es wurden zu dem Ende Kupferdrähte an einem Ende mit Zinkkugeln versehen, dann umgebogen, und daraus (wie beym Flaschenapparat §. 309) eine Batterie gebauet; doch mit dem Unterschiede, dass man in die Gefässe zuerst, bis zur gänzlichen Bedeckung des Zinks, Kaliumoxydlauge, und darauf mit der Vorsicht Azotsäure goss, dass die Vermischung der beyden Flüssigkeiten möglichst vermieden wurde. — Es zeigte sich bald der Angriff der Azotsäure auf das Kupfer, während das Zink unverändert blieb. — Als man aber nachher die beyden Pole in Berührung brachte, so begann augenblicklich die Oxydation des Zinks, und der Pol desselben zeigte + E. — Dieser Versuch beweiset indessen nichts mehr und nichts weniger, als: dass durch den Angriff auf das Kupfer die ganze Flüssigkeit elektrisch überladen wurde, und eben darum das Zink verschont blieb (§. 383 *b, aa*); dass aber nach der Entladung die Batterie wie gewöhnlich wirkte, und wirken konnte, weil azotsaures Kaliumoxyd entstanden, und niedergesunken war: welches nunmehr vom Zink zersetzt wurde.] (✱)

γ) *Zersetzung des galvanisch-elektrischen Fluidums.*

§. 313. Das galv. elektr. Fl. ist in hohem Grade zer-

setzbar, und biethet dabey oft Staunen erregende und ungemein glänzende Erscheinungen dar. Es wird aber zersetzt, *a*) durch Verdünnung und *b*) durch Verdichtung.

a) Da das galv. elektr. Fl. nur so lange als solches bestehen kann, als es durch die Attraction anderer Körper im verdichteten Zustande erhalten wird; so gehet dasselbe auch sogleich, indem es mehr Aräon aufnimmt, in gemeines elektr. Fl. oder in Licht über, sobald jene Attraction vermindert, oder aufgehoben wird. (*)

[Auf diese Art entweichet aus den galvanischen Batterien bey weitem das meiste galv. elektr. Fl., indem es an den Hydrogengasbläschen haftend, wenn diese die Flüssigkeit verlassen, Aräon aufnimmt, und in gemeines elekt. Fl. übergehet (§. 306). — Es ist bekannt, dass selbst in sehr starken galv. Batterien das galv. elektr. Fl. nur bey sehr grosser Annäherung von einem Pole auf den andern überschlägt. Als aber *Faraday* diese beyden Pole mittelst einer Weingeistlampe zum Glühen brachte, erfolgte das Ueberströmen sogleich auch auf grössere Distanzen; weil nun Aräon aufgenommen und gemeines elektr. Fl. gebildet wurde. (*Pogg.* Ann. XXIX, 278.)] (*)

b) Da das galv. elektr. Fl. immer nur auf der Oberfläche der Körper in sehr dünnen Schichten fortgleitet, und überhaupt auch selbst durch seinen grossen Aräongehalt so ungemein dünn ist, dass es alle Fugen durchdringt, und mithin in Gefässe nicht eingeschlossen werden kann; so lässt sich dasselbe auf keine andere Weise verdichten, als durch die Attraction dichterer Körper, und auf der Oberfläche derselben. Diess kann aber wieder nur allein durch Schliessung der galvanischen Kette geschehen; damit das galv. Fl. schon bey seinem Entstehen, durch übermässige Anhäufung und durch die Attraction der metallischen Theile des Apparates, verdichtet werde: und der Erfolg wird auch verschieden seyn, je nachdem die elektr. Kette durch einen stärkern oder schwächern Draht geschlossen wird.

[Andere Mittel zur Verdichtung des galv. elektr. Fl. kennet

man noch nicht. Zwar hat die Erfahrung gelehrt, dass sich die Leidnerflasche an der galv. elektr. Batterie laden lässt; aber die Ladung ist selbst bey den stärksten Batterien so ungemein schwach, dass man wohl vermuthen kann, es sey nur etwas weniges galv. elektr. Fl., in gemeines elektr. Fl. übergehend, von der Flasche aufgenommen worden. — Eben so scheint auch die Abstossung der Korkkügelchen, die nur bey grossen Batterien wahrzunehmen ist, auf die Entstehung von etwas gem. elektr. Fl. hinzudeuten. (*Pogg.* An. XXIX, 278.)]

aa) Wurde der Apparat mit einem sehr starken Drahte geschlossen, so wird sich das galv. elektr. Fl. sogleich anhäufen, und zum Theil unter Entbindung von Aräon in magnetisches Fl. verdichtet werden. Zugleich wird man aber bemerken, dass die Kette allmählich unwirksamer wird; weil sich das elekt. und magn. Fl. in stärkeren Atmosphären um die Metallplatten, so wie um die Theile der Flüssigkeit ansammelt, und eben dadurch alle diese Theile nach und nach aus den chemischen Wirkungskreisen entfernt: so zwar, dass eine allgemeine Spannung eintritt, und alle Strömungen aufhören. (✱)

[Daher erklärt es sich, warum die elektr. Batterien, welche auf solche Art bis zur übermässigen Spannung geladen sind, sogleich wieder mehr Strömung und Wirksamkeit zeigen, sobald man die Flüssigkeit mit einem Glasstabe umrührt, oder die Platten aushebt und wieder einsetzt. Es entweichet nähmlich in beyden Fällen die hindernde Ueberladung. — Daher zum Theil die grosse Wirksamkeit des Deflagrators (§. 309). (✱)

Daher erklärt es sich auch, warum Metalle, wenn sie für sich allein mit sauren oder salzigen Flüssigkeiten zusammen kommen, viel weniger angegriffen werden, als wenn noch ein zweytes Metall zugegen ist; welches die elektr. Ueberladung ableitet. — Zink wird von der verdünnten Schwefelsäure viel lebhafter aufgelöst, wenn zugleich ein Stück Kupfer mit eingetaucht ist.] (✱)

Dass in solchen geschlossenen elektr. Ketten wirklich eine allgemeine elektr. Spannung herrsche, und endlich sogar eine starke elektr. Atmosphäre den ganzen Appa-

rat umgibt; davon kann man sich auch durch das Gefühl überzeugen: denn man erhält, besonders von stärkern Batterien, schon wenn sie mit dem Finger an einer einzigen Stelle, an jedem beliebigen Theile, berührt werden, heftige elektrische Stösse. — Dass aber auch magnetisches Fl. vorhanden sey, diess zeigt die Magnetnadel; die — wie *Oersted* zuerst bemerkte — wenn sie der geschlossenen Kette nahe kommt, sogleich abgelenkt wird (was jedoch vor der Schliessung nicht geschieht). Ja, es lässt sich sogar jeder mögliche Zweifel beseitigen, wenn man einen in der Thätigkeit begriffenen galv. Apparat mit einem spiralförmig gewundenen starken Kupfer- oder Messingdrahte schliesset, und in die röhrenförmige Spirale ein Stückchen Eisen oder Stahl einschiebt, welches die Gestalt einer Magnetnadel besitzt: denn man wird nach wenigen Augenblicken schon jene Nadel in eine Magnetnadel umgewandelt finden; was auch nicht befremdend seyn kann, da die Nadel in einer magnetischen Atmosphäre gelegen hat, und zugleich durch den elektr. Strom anhaltend in *einer* Richtung gestrichen worden ist. (*)

Auf dieses Verhalten hat man in neuerer Zeit, nebst der eben erwähnten Magnetisirung der Magnetnadeln, auch die Construction des Galvanometers, und die Darstellung sehr starker Magnete gegründet.

[Das *Galvanometer*, auch *elektro-magnetischer Multiplicator* genannt, ist immer ein solcher Apparat, bey welchem eine Magnetnadel mit Drahtwindungen oder sonstigen Vorrichtungen, die, wie die vorhin erwähnten Spiralen, das galv. elektr. Fl. sammeln und zu magn. Fl. verdichten können, umgeben ist; die sodann mit den zu prüfenden Körpern, Apparaten oder chem. Operationsgegenständen in Verbindung gesetzt werden, und wenn sie galv. elektr. Fl. empfangen, diess durch die Ablenkung der Magnetnadel anzeigen. Mit solchen Apparaten misst man also nicht eigentlich das galv. elektr. Fl., sondern vielmehr das magn. Fl., in so fern dasselbe aus jenem entstanden ist. (Das Laboratorium Heft XXIII. Taf. XCII). (*)

Zur *Darstellung grosser Magnete* bestehet das Verfahren im Wesentlichen darin: dass man einen starken Eisenstab zur Form eines Hufeisenmagnetes umbieget, sodann von einem Ende bis zum andern, mit einem, mit Seide übersponnenen, starken Kupferdrahte spiralförmig umwindet, und endlich die beyden Enden dieser Spirale mit den beyden Polen eines galv. Apparates von 2 oder 4 grossen Platten verbindet. Das Hufeisen wird hier aus gleichem Grunde, wie die früher erwähnte Magnetnadel, bald in einem erstaunlich hohen Grade magnetisch werden; so dass dasselbe, wenn es mit den Polenden abwärts aufgehangen und mit einem Anker versehen ist, 50, 100, und oft bis 150 Pf. trägt. — Doch behält ein solcher Magnet seine grosse Kraft nur so lange, als er durch die Spiralen mit der thätigen galv. Kette in Verbindung steht, und trägt aus dieser Verbindung entfernt nur noch ein viel geringeres Gewicht. — Die ungeheure Kraft im ersten Falle ist allerdings sehr auffallend, weil sie die Leistungen gewöhnlicher Magnete weit übersteigt. Sie kann uns aber auch wieder nicht befremden, wenn wir bedenken, dass die geschlossene galvanische Kette sammt allen mit derselben in Verbindung stehenden Leitern, mit dem eben entstandenen magn. Fl. überladen seyn muss, und also auch das Hufeisen in einer solchen magnetischen Atmosphäre an Capacität für das magn. Fl. zunehmen (§. 280), und eben darum eine grössere Menge desselben binden kann, als es in der atm. Luft zu binden fähig wäre. (✱)

Ueber die Erzeugung solcher Magnete finden sich zweckmässige Anweisungen in *Pogg.* Ann. XXIX, 463, 468. Hier können nur noch folgende Bemerkungen aufgenommen werden. — Sollen die durch galv. Apparate erzeugten Magnete kräftiger werden, so muss ihre Belastung abgenommen, oder doch sehr vermindert werden, noch eher als die Verbindung mit dem galv. Apparat aufgehoben wird; weil sie beym Abreissen die meiste Kraft verlieren. Bey dieser Vorsicht bleiben selbst die Hufeisen von weichem Eisen mehrere Tage lang magnetisch. (*Pogg.* Ann. a. a. O.). — Die durch galv. elektr. Wirkung erzeugten Magnete werden nach *Dove* bleibender magnetisch, wenn ihre Schenkel länger sind (ohne Zweifel, weil sodann die magnetische Vertheilung vollständiger gelingt). (*Pogg.* Ann. XXIX, 464). — Sie lassen sich durch Streichen des einen mit dem andern auch verstärken, wenn sie aus Stahl sind. (*Pogg.* Ann. XXIX, 477). — Zum Magnetisiren der Stahlstäbe durch Streichen taugen sie nur, wenn sie langschenkelig sind; leisten aber auch dann noch weniger als andere Magnete von gleicher Tragkraft.

(*Pogg.* a. a. O. 464). — Nach *Moll* kommt bey dem Magnetisiren durch galv. elektr. Fl. alles darauf an, dass man die Spiralen an die Platten des galv. Apparates anlöthe. Es gelang ihm bey dieser Vorsicht ein Hufeisen von 29 Pfunden, welches vorher mit Seide, dann aber mit nacktem Eisendraht von 5 Millim. Durchmesser spiralförmig überwunden, und durch diesen mittelst Löthung mit einer Zinkplatte von 70 Quadratcentimeter Oberfläche und dem dazu gehörigen kupfernen Troge in Verbindung gebracht wurde, so stark magnetisch zu machen, dass es 124 bis 153 Pfunde trug. (*Pogg.* Ann. XXIX, 468). Hieraus gehet hervor, dass eigentlich nur sehr wenig magn. Fl. hinreichet, um grosse Lasten zu tragen.]

bb) Wird dagegen die elektr. Kette durch einen verhältnissmässig sehr feinen Draht geschlossen, den man zu dieser Absicht zwischen die beyden Pole der Batterie einspannt; so muss ein anderer Erfolg zum Vorschein kommen; denn das galv. elektr. Fl. wird nun, weil es gleichzeitig über den viel dünnern Draht vom Zinkpol zum Kupferpol überströmen muss, auch viel mehr verdichtet werden. Es wird daher eben an dieser Stelle das im zweyten Grade gebundene Aräon fahren lassen; welches folglich, da es im höchst verdichteten Zustande frey wird, nicht nur den Draht heftig erhitzen, sondern zugleich an der Oberfläche des elektr. Stromes mit einer geringen Menge des galv. elektr. Fl. zu Licht verbunden werden, und solchergestalt ausstrahlend das Phänomen des Glühens erzeugen kann. Diese überaus schöne und glänzende Erscheinung zeiget sich aber mit viel stärkerem Durchmesser als der des Drahtes ist, eben weil die Lichtbildung nicht an der Oberfläche des Drahtes, sondern an der des elektr. Stromes vor sich gehet. — Ob dabey nicht auch etwas atmosphärische Luft verbrennt, wie es wohl wahrscheinlich ist, hat man zur Zeit noch nicht untersucht. Erwiesen jedoch ist es, dass zu diesem Experiment die Luft nicht nothwendig ist; indem dasselbe noch glänzender aus-

fällt, wenn der Draht von einer luftleer gemachten Glocke umschlossen wird: was auch ganz natürlich zugeht, da in solchem Falle eine Menge freyes Aräon dargebothen wird (§. 204), welches mithin die Lichtbildung begünstigen kann. (*)

[Apparate zu diesem Experiment haben vorzüglich *Hare* und *Stratingh* angegeben. (Das Laboratorium H. II. Taf. VI; H. XXXI, Taf. CXXII.)]

Bringet man ein kleines mit Salzwasser gefülltes Gefäss von Platin dergestalt in die Kette einer starken Batterie, dass das Gefäss mit einem Pole vereiniget ist, während ein starkes Platinstück mit dem andern Pole verbunden, und in das Wasser eingetaucht wird; so wird das Wasser bald zum Sieden kommen; zum offenbaren Beweis, dass die Hitze nicht eine Folge des Lichtphänomens ist.

cc) Wird endlich zur Schliessung der elektr. Kette ein im Verhältniss zur Grösse derselben noch viel dünnerer Draht, oder überhaupt ein Körper genommen, welcher gleichzeitig nicht die ganze Masse des galv. elektr. und magn. Fl., die etwa nach der Grösse des Apparats vom Zinkpol auf den Kupferpol überzugehen hätte, ableiten kann; so erfolgt eine neue höchst merkwürdige Steigerung der Wirkungen: denn es entsteht sodann eine noch grössere Anhäufung und Spannung des galv. elektr. und magn. Fl. in der Kette, und dieses wird endlich so weit verdichtet, dass es durch seine Expansion nicht mehr geschützt, an der Oberfläche der Zinkplatten wie Oxygengas zersetzt wird; indem ein niedrigeres Oxygenaräoid mit dem Zink zu Zinkoxyd verbunden wird, das im verdichteten Zustande frey werdende Aräon aber in die Strömung des galv. elektr. Fl. an die Poldrähte übergehet: so zwar, dass diese nunmehr aus mehr Aräon, und weniger galv. elektr. und magn. Fl. bestehet. — Diess ist der Grund, um dessentwillen daher die galvanische Kette in solchem

Zustande weniger magnetisirend, und weniger erschütternd, und bey weitem mehr Hitze erregend hervortritt, obwohl gleichzeitig die Hydrogengasentbindung abnimmt. — Ihre Wirkungen modificiren sich aber auch wieder auf verschiedene Weise, je nach Verschiedenheit der Substanzen, welche in die elektr. Kette gebracht werden: und der zwischen den Polen sich bewegende Strom wird sich auch vollkommen als eine Oxygen und Aräon enthaltende Flüssigkeit legitimiren; indem er sich bald wie Aräon, bald wie Oxygen thätig zeiget. (✳)

[Aus diesen Verhältnissen ergibt sich nun auch leicht, wodurch der Deflagrator oder Calorimotor (§. 204) sich von einem andern galv. Apparate unterscheidet, und warum derselbe in Absicht auf Wärme- und Feuererscheinungen mehr leistet.]

aaa) Werden brennbare feste Körper, selbst solche die in gewöhnlichem Feuer nicht verbrannt werden können, in diese Kette gebracht, so entzünden sie sich mit grosser Heftigkeit, und verbrennen mit ungemein schöner, das Auge blendender Lichtentbindung auf eine ähnliche Weise wie im Oxygengas (§. 265): und derselbe Erfolg findet auch Statt, wenn der zu verbrennende Körper in einem luftleeren Raume befindlich ist; weil das galv. elektr. Fl. selbst das zur Verbrennung nothwendige Oxygen abgibt.

[Gold verbrennt dabey mit weissem ins Blaue spielendem Lichte zu braunem, Silber mit smaragdgrünem Lichte zu grauem, Kupfer mit bläulichweissem Lichte zu dunkelbraunem, Platin mit blauem Lichte zu grauem, Zink mit bläulichem weissem Lichte zu weissem, Eisen und Stahl mit starkem Zischen und Funkensprühen zu dunkelgrauem Oxyd. Graphit verbrennt mit Funkensprühen zu Eisenoxyduloxyd und Carbonsäure; Kohle zu Carbonsäure: indem zugleich, wenn beyde Pole mit zugespitzten Kohlenstückchen verbunden wurden, diese auf kleine Distanzen entfernt werden können, ohne dass die Verbrennung aufhöret, und dabey vielmehr eine vehementere bogenförmige Lichtentbindung entstehet. Metalle werden bey diesen Versu-

chen entweder als feiner Draht, oder in dünn geschlagenen Folien verwendet; auch wird der Erfolg sehr begünstiget, wenn man den einen Pol in ein Schälchen mit Mercur eintauchet, und das am andern Pol befestigte Metall die Oberfläche des Mercurs berühren lässt. — Bey der Verbrennung der Kohle im luftleeren Raume insbesondere hat man die wichtige Bemerkung gemacht, dass im Verhältniss der ungeheuren Lichtentbindung nur wenig Kohle consumirt, und wenig Carbonsäure gebildet wird. Diess kann indessen nicht befremden, wenn man bedenkt, dass das elektr. Fl. weit weniger Oxygen abgeben darf als das Oxygengas, um in Licht überzugehen. (Vorrichtungen zu diesem Exp. s. im Laboratorium Heft XXXI, Taf. CXXII). (✱)

Hat man in solchen Fällen die Metallmassen etwas zu gross genommen, so entzünden sie sich nicht; schmelzen aber unter heftigem Glühen in Tropfen ab, wie z. B. ziemlich starker Platindraht.]

Tropfbar flüssige Körper, die brennbar sind, werden sogleich entzündet, wenn sie mit dem — Pole in Verbindung stehend, vom + Pole berührt werden. Diess geschieht z. B. mit dem Alkohol, Aether, und mit ätherischen Oehlen.

Sollen dagegen Gasarten verbrannt werden, so schliesset man diese in Glasröhren ein, in welche an beyden Enden die Poldrähte eingeführt, und einander so lange genähert werden, bis man bemerkt, dass zwischen denselben Funken erscheinen. Diese Annäherung ist aus dem Grunde nothwendig, weil die Luftarten sehr schlechte Leiter des elektr. Fl. sind. Sie muss daher auch so lange fortgesetzt werden, bis ein Theil des galv. elektr. Fl. durch die Anziehung des — Poles vom + Pol losgerissen wird, und durch die Gasart auf jenen überspringt, *überschlägt*. Dabey muss aber das überschlagende galv. elektr. Fl., indem es das Gas durchbricht, einen der Spannung desselben gleichgrossen Druck aushalten; welcher hier eben so, wie bey den Metallen, ihre eigene Anziehung, die Verdichtung des elektr. Fl. und die daraus folgende Erhitzung und Verbrennung der nächsten Gastheile bewirkt. Auf solche Art bemerken wir daher

auch schon in der gemeinen Luft, wenn die Pole einer starken Batterie sich nahe kommen, zwischen denselben einen knisternden Funken; indem das überschlagende galv. elektr. Fl. etwas atmosphärische Luft unter Lichtentbindung zu Salpetersäure verbrennt. Diese Erscheinung nennt man einen *elektrischen Funken*, und die Distanz, bis zu welcher das Ueberschlagen Statt findet, die *elektrische Schlagweite.* (*)

bbb) Bringet man endlich bereits verbrannte Körper, und selbst solche, die durch gewöhnliches Feuer nie verflüchtiget werden konnten, z. B. Calciumoxyd, Magniumoxyd, Quarz, Saphir u. dgl. in hinreichend kleiner Quantität in die Kette einer grossen Batterie, so verflüchtigen sie sich augenblicklich; was aber mit noch mehr Vehemenz erfolgt, wenn solche Körper in jenen Lichtbogen gebracht werden, welcher durch Verbrennung der Kohle (oben *aaa*) erzeugt wird. — Viel leichter noch verflüchtigen sich auf solche Weise die übrigen Metalloxyde; daher es denn auch häufig gegeschieht, dass bey Verbrennungsprocessen (*aaa*) die entstandenen Oxyde zugleich verflüchtiget werden.

[Es ist begreiflich, dass zu allen diesen Versuchen der Deflagrator oder Calorimotor besser taugen wird, als ein gewöhnlicher galv. Apparat.]

δ) *Wirkung des galv. elektr. Fluidums auf unorganische Körper.*

§. 314. Das galv. elektr. Fl. ist, so weit unsere Kenntniss reichet, zunächst dem Aräon in seiner Reaction auf andere Substanzen, der wirksamste unter allen Körpern, und überbiethet darin nicht selten sogar das Aräon. Allein auch hier legitimirt sich dasselbe immer wieder als eine Verbindung von Oxygen und Aräon; indem es bald wie Oxygengas, bald wie Aräon wirket, und im letzten Falle insbesondere nur aus dem Grunde zuweilen mehr leistet als das freye Aräon, weil es dieses letztere in verdichteterem

Zustande darbiethen kann, als wir es unter allen andern Umständen vermögen. (*)

§. 315. Jene Fälle, in welchen das galv. elektr. Fl. gleich dem Oxygengas wirkend auftritt, wurden im Vorigen (§. 313) bereits erörtert; hier sind also noch diejenigen nachzutragen, in welchen es die Functionen des Aräons übernimmt: und diese sind, wie beym Aräon selbst, zweyerley, je nachdem es, ohne selbst zersetzt zu werden, chemische Verbindungen veranlasset, oder zersetzt.

§. 316. Die *Vereinigung* anderer Körper zu energisch-chemischen Verbindungen veranlasset das galv. elektr. Fl. ganz so wie das Aräon; indem es, eben durch seinen grossen Aräongehalt, die Cohäsion jener Körper so lange vermindert, oder die Ausdehnung auf solche Art verändert, dass sie zur gegenseitigen Vereinigung gelangen. Auf solche Weise bewirken die vom + auf den — Pol überschlagenden Funken einer starken Batterie die Verbindung der sie umschliessenden Mischung aus Hydrogengas und Oxygengas zu Wasser, oder der atmosphärischen Luft zu Azotsäure (§. 313, *aaa*). (*)

§. 317. Die *Zersetzung* energisch-chemischer Verbindungen hingegen bewirkt das galv. elektr. Fl. zwar auf gleichem Wege, und aus denselben Ursachen, wie das freye Aräon; aber mit einer Vehemenz die alle Vorstellung übertrifft, und dadurch in neuerer Zeit nicht nur alle Naturforscher mit Staunen erfüllt, sondern auch die Wissenschaft um einen unermesslich grossen Schritt vorwärts gebracht hat. Diese Zersetzungsfälle gestalten sich aber unter gewissen Umständen so sonderbar und räthselhaft, dass es nothwendig wird, sich wohl in Acht zu nehmen, wenn man ihre Analogie mit den Wirkungen des Aräons nicht aus den Augen, und sich selbst in einem Chaos abentheuerlicher Hypothesen verlieren will. Alle solche Zersetzungen geschehen wie begreiflich zwischen den beyden Polen des galvan. Apparats, indem die zu zersetzenden Körper in die elek-

trische Kette gebracht werden. Dabey werden also die Körper unmittelbar vom elektr. Strome umgeben, und die Erfahrung hat bereits gelehrt, dass dadurch oft auch solche Verbindungen zersetzt werden, die man bis dahin durch verdichtetes Aräon nicht zersetzen konnte. Diese Zersetzungen gestalten sich aber verschieden, je nachdem die zersetzenden Substanzen fest oder flüssig sind.

§. 318. *Feste Körper* werden zu dieser Absicht entweder unmittelbar zwischen die beyden platinenen Polenden gesteckt, oder auf einer Glastafel zugleich von beyden Polen berührt; oder die beyden Pole enden in Platinplatten, zwischen welche die zu zersetzenden Substanzen eingelegt werden. Bald zeiget sich hierauf die Wirkung, indem der elektrische Strom, ohne Zweifel durch sein verdichtetes Aräon, gerade so, wie es sonst das Aräon thut, die verflüchtigbaren Bestandtheile verflüchtiget, während die minderflüchtigen zurück bleiben.

[So werden z. B. viele — ohne Zweifel, bey gehörig starken Batterien alle — Oxyde in entweichendes Oxygengas, und zurückbleibendes Metall zersetzt. Doch verbrennen sie, wenn der Versuch in der Atmosphäre vorgenommen wird, in Folge ihrer grossen Erhitzung sogleich wieder zu Oxyden. — Kalium-, Sodium- und Calciumoxydhydrat lassen sich auf solche Weise zur metallischen Form reduciren, wenn sie schwach befeuchtet zwischen zwey Platinplatten dem elektr. Strom ausgesetzt werden; aber kaum dass man die metallisch reducirten Theilchen glänzen gesehen hat, so verbrennen sie auch sogleich mit Geräusch und purpurrothem Lichte wieder zu Oxyd.]

Sind bey solchen Versuchen die zu zersetzenden Körper Nichtleiter des elektr. Fl., so dürfen nur sehr kleine Quantitäten zwischen die Pole gebracht werden, weil sie sonst bey der ungemein kurzen Schlagweite (§. 313) die Isolirung bewirken, und den Uebergang des galv. elektr. Fl. und somit seine Wirkung verhindern würden. Diess ist der Grund, um dessentwillen man solche Körper gewöhnlich schwach zu befeuchten pflegt; damit an der

Feuchtigkeit ein Leiter dargebothen werde. — Sind die in die Kette kommenden Körper hingegen Leiter, so können sie auch länger seyn, ohne den Effect zu verderben; denn in solchem Falle wird der in die Kette gebrachte Körper sogleich eine *Fortsetzung des einen Pols:* so zwar, dass sein entgegengesetztes, den andern Pol berührendes Ende zum Pole wird, und also die beyden Pole wieder so nahe an einander liegen, als es der Schlagweite des galv. elektr. Fl. entspricht; daher denn auch an diesem Puncte die Wirkung erfolgt. (✱)

[Ein Beyspiel dieser Art gibt ein langes Stückchen Seife, wenn es zwischen die Pole einer Batterie eingeschoben wird; denn es bildet sogleich die Verlängerung des — Poles, daher erhält man auch eine Erschütterung, wenn man mit einem Finger die Seife, mit dem andern hingegen den + Pol berührt. Man erhält aber keine, wenn der eine Finger auf die Seife, der andere dagegen auf den — Poldraht gesetzt wird, warum? — weil man beyde Finger auf den — Pol gelegt hat.] (✱)

§. 319. Sollen hingegen *flüssige Körper* in die elektr. Kette kommen, so werden sie zu dem Ende entweder in gläsernen Röhren, oder in Schalen von Gold, Glas, Achat oder Porzellan gefüllt, und dann in einigem Abstande die beyden Pole in die Flüssigkeit eingetaucht; oder man bedient sich wohl auch kleiner pneumatischer Vorrichtungen, die unmittelbar über den eingetauchten Polen angebracht werden, wenn die etwa sich ausscheidenden Gasarten zu sammeln sind. Der galvanische Apparat insbesondere muss, wenn er hier zweckmässig wirken soll, von solcher Beschaffenheit seyn, dass darin so wenig wie möglich Wärme entwickelt, und also auch wenig elektr. und magn. Fl. zersetzt wird; denn nur diese beyden sind es, welche hier nützlich wirken: daher denn auch kleinere Platten in grösserer Anzahl angewendet, die oft wiederholte kleinere Stösse geben, mehr leisten als grosse Platten, und zu dünne Leitungsdrähte nachtheilig sind, weil sie die Span-

nung erhöhen und damit zugleich auch die Zersetzung des elektr. und magn. Fluidums veranlassen.

[Solche Versuche sind daher auch höchst delicat und können, wenn die Batterie complicirt wirket, und man nicht sehr vorsichtig ist, leicht zu falschen Schlüssen führen. Der gewöhnlichste Fall ist der, dass durch die Wahl zu schwacher Leitungsdrähte in der Batterie nach und nach eine Ueberladung eintritt, und dann bey beyden Polen das galv. elektr. Fl. in die Flüssigkeit überströmt, u. s. w. — Daher leistet der Deflagrator oder Calorimotor in solchen Fällen ungemein wenig.] (✳)

§. 320. Bey solcher Anordnung werden sodann bald auch jene ungemein schönen Erfolge hervortreten, die Jahrelang angestaunt wurden, aber nicht genügend erklärt werden konnten; weil es bis dahin an einer consequenten Wärmelehre fehlte. Die Erfahrung hat nähmlich gelehrt, dass dabey die im flüssigen oder aufgelösten Zustande dargebothenen Substanzen bald in ihre näheren, bald in ihre entfernten Bestandtheile, und bald in beyden Beziehungen zugleich zerfallen; vorzüglich aber das als Auflösmittel dienende Wasser oft mit zersetzt wird.

[Diese Erfolge hängen nicht allein von der Stärke der Batterien, sondern grösstentheils auch von der Grösse der Oberfläche ab, an welcher die beyden Pole von der zu zersetzenden Flüssigkeit berührt werden; daher leisten in solchem Falle die Pole am meisten, wenn der in die Flüssigkeit eingetauchte Theil die Kugel- oder Plattenform besitzt. — Dabey ist es aber wesentlich, dass die eingetauchten Theile der Pole von Platin seyen, weil sie sonst von den ausgeschiedenen Stoffen angegriffen werden, und mit denselben neue Producte erzeugen; wie diess vorzüglich mit Kupfer- und Eisendraht sehr leicht geschieht.]

§. 321. Bey diesen Zersetzungen ergibt sich zugleich die höchst auffallende Erscheinung, *dass die sich ausscheidenden Substanzen immer an den eingetauchten Polen, und zwar insbesondere wieder, dass einige Vorzugsweise an dem + Pole, andere dagegen am — Pole abgelagert werden.*

Folgende Zersetzungs-Resultate sind aus der Erfahrung gesammelt:

Nachstehende Substanzen geben	am + Pol.	am — Pol.
Wasser	Oxygengas . . .	Hydrogengas
Conc. Schwefelsäure . .	Oxygengas . . .	Schwefel
Wasserhalt. Phosphors. .	Oxygengas . . .	Phosphor
Wasserhaltige Azotsäure	Oxygengas . . .	Stickgas
Wasserhaltige Muriumsäure.	Oxyd. Muriumsäure.	Hydrogengas
Wasserhaltige Jodsäure.	Oxyd. Jodsäure.	Hydrogengas
Wässeriges Ammoniak (v. 0,883 Dichth.) . . .	Stickgas.	Hydrogengas
Blausäure	Blaustoff	Hydrogengas
Kaliumoxydhydrat, mit Wasser befeuchtet . .	Oxygengas . . .	Kalium u. Hydrogengas.
Sodiumoxydhydrat, bef..	Oxygengas . . .	Sodium u. Hydrogengas.
Viele befeuchtete Metalloxyde	Oxygengas . . .	Metall u. Hydrogengas.
Schwefels. Kaliumoxyd, befeuchtetes (Mehrere andere Salze eben so).	Oxyg.gas, Schw. säure	Hydrogengas und Kaliumoxydh.
Schwefels. Kupferoxyd, befeuchtetes (So mehrere andere Salze).	Oxyg.gas, Schw. säure	Kupfer.
Muriums. Sodiumoxyd, befeuchtetes (So mehrere andere Salze).	Oxygengas, ox. Muriums. . . .	Hydrogengas u. Sodiumoxyd.

Nachstehende Substanzen geben	am + Pol.	am — Pol.
Muriums. Zinnoxydul (Auflösung) (So mehrere andere Salze).	Oxygengas, ox. Muriums. . . .	Zinn.
Azots. Bleyoxyd (Aufl.)	Oxygengas, Salpeters. u. Bleyhyperoxyd . .	Bley.
Essigs. Bleyoxyd (Aufl.)	Essigs. (wie es scheint zers.)	Bley.
Muriums. Ammon. (Aufl.)	Oxygengas und ox. Muriums. .	Hydrogengas u. Ammoniak.

Man bemerkt schon in diesen wenigen Beyspielen, dass analog zusammengesetzte Körper nicht immer auf analoge Weise zersetzt werden, und z. B. ein Salz in Metall, Oxygengas und Säure zerfällt, während ein anderes bloss in Metalloxyd und Säure zersetzt wird, u. s. w. Diese Unterschiede entspringen ohne Zweifel in der grössern oder geringern zwischen den Bestandtheilen solcher Körper vorwaltenden Verwandtschaft, und können sich daher sehr mannigfaltig gestalten.

Auch folgt, wenn sich einmahl irgend ein Stoff an einem oder dem andern Pole abgelagert hat, daraus noch nicht, dass er sich immer wieder an demselben Pole ablagern wird. Diess hängt vielmehr von dem Grade ab, in welchem die vorhandenen Bestandtheile dem elektr. Fl. chemisch verwandt sind; denn immer geschieht die Trennung auf die Art, dass die minder verwandten am +, die näher verwandten hingegen am — Pol abgesetzt werden. Dieses Verhalten kommt auch ohne Zweifel auf Rechnung des im elektr. Fl. enthaltenen Oxygens: daher wird das dem Oxygen am meisten verwandte Hydrogen und Kalium immer am — Pol, das Oxygen hingegen, und mit ihm die Säuren

allemahl am + Pol abgesetzt; während manche andere Substanzen, je nachdem sie mit verwandteren, oder minder verwandten Substanzen in die Kette kommen, bald an einem, bald am andern Pole erscheinen. — Man kann demnach mit Grund voraussetzen, dass sich auch in der Verwandtschaft zum elektr. Fl. alle Körper zu einer Reihe ordnen werden, wie diess auch in allen andern Fällen geschieht. (*)

[Da das Hydrogengas immer am —, das Oxygengas hingegen immer am + Pol abgesetzt wird, so hat man hiervon die Veranlassung genommen, den erstern *Hydrogenpol*, den letztern hingegen *Oxygenpol* zu nennen.]

§. 322. Diese Ablagerung an den Polen der galv. elektr. Batterie erfolgt auch in verschiedener Form, je nach den Eigenschaften der sich ausscheidenden Substanzen. Sind diese gasförmig, so entwickeln sie sich an der Oberfläche der Poldrähte, und entweichen zuletzt in die Luft, wenn sie nicht pneumatisch aufgefangen werden. — Sind sie im Wasser auflöslich, so sammeln sie sich im aufgelösten Zustande um die beyden Pole; wie man sich bey der Zersetzung z. B. des schwefels. Kaliumoxydes überzeugen kann: denn man findet, wenn auch in einem einzigen Gefässe die Poldrähte in die Aufl. jenes Salzes eingetaucht sind, durch die blauen Pigmente sehr bald, dass die Flüssigkeit in der Nähe des + Pols sauer, in der Nähe des — Pols hingegen basisch reagirt. — Sind ferner die ausgeschiedenen Theile fest, so werden sie sich entweder als Pulver, oder als feste Massen an den betreffenden Polen ablagern; ja, wenn ihre Theilchen während der Ausscheidung magnetisch geworden sind, so werden sie, indem sich immer die — Pole mit den + Polen vereinigen, pflanzenähnliche Gebilde, *Metallvegetationen* erzeugen; wie wir diess an dem sich ablagernden Zinn, Bley, und an andern Metallen wahrnehmen.

§. 323. Handelt es sich insbesondere um die Theorie

dieser merkwürdigen Phänomene, so ergibt sich auch diese ganz einfach, aus demjenigen, was bereits (§. 306) über den in der galv. Batterie selbst Statt findenden Process berichtet worden ist. Wir haben dort bemerkt, dass in der Flüssigkeit der elektr. Kette mit dem eben entstandenen galv. elektr. Fl. auch das ausgeschiedene Hydrogengas an die Kupferplatte übergeführt wurde. Eine nähere Untersuchung jener Flüssigkeit zeiget aber ferner, dass eine solche Ueberführung auch mit vielen andern Stoffen Statt findet, und dass nahmentlich, wenn Salze in der Flüssigkeit aufgelöset sind, die Basis, oder wenigstens ihr Radical an die Kupferplatte übergehet, während die Säure an der Zinkplatte zurückbleibt: wie man sich bald durch die blauen Pigmente, und andere Reagentien überzeugen kann; die es beweisen werden, dass um die Kupferplatte herum das Alkali abgelagert ist, während die Säure an der Zinkplatte zurückblieb. — Was aber hier der elektr. Strom bewirkt, das muss er auch an andern Orten, und am gewissesten zwischen den beyden Polen der Batterie wirken; da diese nichts anders sind als Fortsetzungen der Zink- und Kupferplatten. Diesen Schluss bewährt denn auch wirklich die Erfahrung; mit jenen Modificationen jedoch, die aus dem Umstande folgen, dass hier das galv. elektr. Fl. bereits gegeben ist, und sich auch verschieden gestalten, je nach den Eigenschaften der ausgeschiedenen Substanzen, und je nachdem einfache oder complicirtere Zersetzungsfälle Statt finden.

§. 324. Der einfacheste Fall ist derjenige, wo eine Substanz in die elektr. Kette gebracht wird, die nur in ihre beyden näheren Bestandtheile zersetzt werden kann; wie diess mit dem Wasser geschieht. In dem Augenblick, wo die beyden Pole in das Wasser tauchen, wird auch sogleich das gesammte Wasser die Fortsetzung des — Pols bilden (§. 318); die beyden wirksamen Pole werden also dort seyn, wo das Wasser das Ende des + Poldrahtes be-

rührt. An diesem Puncte muss daher auch die Wirkung erfolgen. Das galv. elektr. Fl. wird nähmlich, indem es vom + Pol in das Wasser eintritt, die Theilchen desselben in immer grössern Atmosphären umschliessen, bis sie endlich aus der Distanz der chemischen Wirkungskreise entfernt sind; worauf dann derjenige Bestandtheil, welcher dem elektr. Fl. weniger verwandt ist, hier das Oxygen als Oxygengas, schon am + Pol frey werden wird; während der verwandtere Theil, hier das Hydrogen, im elektr. Strome aufgelöset, an dem aus Wasser bestehenden — Pol übergleiten wird. Diese unsichtbare Verbindung wird auch unverändert das ganze Wasser durchziehen, bis sie endlich den metallenen Theil des — Pols erreicht; wo vermöge näherer Verwandtschaft das Hydrogen das Wasser verlassen, und das galv. elektr. Fl. am Leitungsdrahte weiter strömen wird: wesshalb denn auch hier das Hydrogengas entbunden wird. — Wie hier, so wird der Vorgang auch in andern Fällen seyn, wo die Bestandtheile der zersetzten Substanz beyde die Gasform annehmen, und er wird sich auch in der ganzen Dauer des Processes gleich bleiben: weil die sich ausscheidenden Bestandtheile, durch das freye Aräon des elektr. Stromes gasificirt, immer an den *sichtbaren* Polenden entbunden werden, und diese folglich immer wieder, wie Anfangs, mit Wasser in Berührung kommen.

Sind hingegen die sich ausscheidenden Theile tropfbarflüssig oder fest, so dass sie also nicht in die Atmosphäre entweichen können; so müssen sie sich ohne Zweifel im Umkreise der eingetauchten Pole in um so grösserer Menge ansammeln, je länger die zersetzende Wirkung des Apparates fortdauert. Daraus entstehet aber sodann die natürliche Folge, dass die abgelagerten Substanzen den Poldrahtenden zur Verlängerung dienen, und mithin die Stellen der Ablagerung einander immer näher rücken müssen, bis sie sich endlich berühren, und weil nun ein besserer Leiter dargebothen ist, die weitere Wirkung der Batterie aufheben. (*)

[Auf solche Weise wird das schwefels. Kaliumoxyd zersetzt, und, indem die Säure den + Poldraht, das Oxyd hingegen den — Poldraht verlängert, endlich der Ort der wahren Pole in die Mitte der Flüssigkeit verrückt. — Auch sogar dem Auge sichtbar bemerken wir diese Verlängerung der Drähte bey der Zersetzung der Metallsalze, bey welchen das Metall den — Poldraht so lange verlängert, bis er endlich den + Pol erreicht.] (*)

Diese *Wanderung der Pole* ist ungemein wichtig, und darf nicht übersehen werden; wenn man jenen Irrungen ausweichen will, die nicht zu vermeiden sind, sobald die Enden der Poldrähte in allen Fällen zugleich für die eigentlichen Pole angesehen werden.

§. 325. Complicirter erscheint der Fall, wenn mehr als zwey Bestandtheile in der zu zersetzenden Flüssigkeit enthalten sind, wie z. B. wenn sie schwefels. Kaliumoxyd, und Wasser enthält. In solchem Falle wird zwar, wenn die elektr. Kette nicht zu wirksam ist immer die dichtere, und also mehr Anziehung zum elektr. Fl. äussernde Substanz, hier das Salz, zuerst zersetzt werden, und ein Angriff auf das Wasser nur erst eintreten, wenn die Bestandtheile des Salzes bereits an den Polen abgelagert sind. Wirket hingegen der Apparat stärker, so werden beyde zugleich zersetzt (§. 321).

§. 326. Noch complicirter und räthselhafter — ohne es jedoch zu seyn — erscheinen endlich jene Fälle, wo mehrere flüssige, oder flüssige und feste Körper verschiedener Art in eine Reihe gestellt, und an den Enden dieser Reihe mit den beyden Polen einer elektr. Batterie verbunden werden; dergestalt zwar, dass nun das galv. elektr. Fl. sie der Reihe nach durchziehen muss, bis es vom + Pole zum — Pole überströmt: denn das elektr. Fl. wird nun ohne Zweifel im ersten Falle die verschiedenen Bestandtheile der Flüssigkeit nach und nach in der Art an den — Pol überführen, dass sie in der Ordnung, wie sie dem elektr. Fl. weniger verwandt sind, aufeinander folgen, und endlich die am wenigsten verwandten bis zum + Pole zurück ge-

drängt werden. — Sind insbesondere auch feste Körper zwischen die flüssigen eingeschaltet; so werden sie, falls sie dichterer Art sind, und zugleich Leitungsfähigkeit besitzen, das vorüberströmende elektr. Fl. neuerdings durch Attraction verdichten, und polarisch werden: so zwar, dass sie an dem, dem + Pol der Batterie zugekehrten Ende wie — Pole wirken, und Ablagerungen annehmen; während sie am entgegengesetzten Ende das elektr. Fl. wieder verdichtet in die nächste Flüssigkeit entlassen, und also neuerdings als + Pole zersetzend einwirken. (✱)

[*Beyspiele: a*) Werden zwey mit der Aufl. des schwefels. Sodiumoxydes, oder des muriumsauren Zinnoxyduls gefüllte Gefässe neben einander gestellt, dann durch einen übergelegten feuchten Docht oder Papierstreifen die Flüssigkeiten mit einander verbunden, und wird endlich der + Pol der Batterie in das eine, der — Pol in das andere Gefäss eingetaucht; so wird man nach einiger Zeit finden, dass alle Säure in dem mit dem + Pole verbundenen Gefässe, und das ganze Oxyd oder Metall in dem den — Pol enthaltenden Gefässe vorfindig ist. Dieser Versuch beweiset also augenscheinlich, dass die verschiedenen Substanzen im elektr. Strome auch über Bord der Gefässe durch die feuchte Verbindung übergeführt werden konnten, und dass die dem — Pole zugeführten Substanzen fähig waren, die übrigen Bestandtheile bis zum + Pole zurück zu drängen. — Diese Verdrängung wird uns auch nicht befremden, wenn wir bedenken, dass in der geschlossenen Kette alle Theilchen der Flüssigkeiten elektr. Atmosphären besitzen, und dass mithin — wenn auch die gedachte elektr. Strömung die Stoffe nicht überzuführen vermöchte — doch schon der + Pol immer diejenigen, welche die grössten elektr. Atmosphären an sich tragen, vorzugsweise abstossen, und endlich die erwähnte Anordnung herbeyführen muss; so zwar, dass durch die Ablagerung bald einer, bald beyde Pole so lange verlängert werden, bis sie sich endlich aneinander schliessen. (✱)

b) Werden drey Gefässe durch feuchte Leiter verbunden, und das mittlere mit schwefels. Sodiumoxyd, die beyden äussern hingegen mit Wasser gefüllt, und in diese letzteren die Pole der Batterie eingesetzt, so findet man nach einiger Zeit im mittleren Gefässe Wasser, und im Gefässe des + Pols die Säure,

in dem des — Pols das Alkali. — Verwechselt man hierauf die beyden äussern Gefässe mit einander, so wird man bald wahrnehmen, dass die Basis wieder an den — Pol übergeführt, und die Säure bis zum + Pol zurück gedrängt wird. — Beyde Erfolge werden dem Auge durch Farbenwechsel sichtbar, wenn sämmtliche Flüssigkeiten mit einem blauen Pigment gefärbt sind. — Auffallend erscheint es, dass während des Durchganges der Säure und Basis durch das mittlere Gefäss, die Farbe der Flüssigkeit nicht verändert wird. Auch diess kann indessen nicht befremden, wenn man erwägt, dass die im Uebergang begriffenen Theile mit elektr. Atmosphären umgeben sind, und daher nur nach der Ablagerung an den Polen ihre chemische Reaction äussern können. (*)

c) Bringet man bey drey durch feuchte Leiter verbundenen Gefässen in das erste eine Säure, z. B. Schwefelsäure, in das zweyte ein Alkali, z. B. Kaliumoxyd, in das dritte Wasser, und setzt dann in das erste Gefäss den — Pol, in das letzte den + Pol; so wird die Säure durch das Alkali zum + Pol übergehen, während dieses am — Pol abgelagert wird.

d) Als *Biot* die Auflösung eines Salzes in mehrere Gefässe vertheilte, und dann nicht durch feuchte Dochte, sondern durch Metalldrähte mit einander verband, und die zwey letzten mit den Polen der Batterie vereinigte; so ergab es sich, dass nunmehr nicht nur an den beyden Polen, sondern auch an allen Enden jener Drähte die Ablagerung Statt fand; so zwar, dass sich diejenigen Enden der Drähte, welche dem + Pol gegenüber standen als — Pole legitimirten, und umgekehrt. — *De la Rive* fand weiter, dass sich die zersetzende Wirkung einer galv. Batterie sehr steigern liess, wenn man eine mit den Polen verbundene Salzauflösung durch eingesetzte Platinplatten in mehrere Theile schied: denn es zeigte sich, dass nun an allen diesen Platten die Gasentbindung eintrat, ohne dass darum jene an den Polen der Batterie vermindert wurde. (*Ann. de Chim. et de Phys.* XXVII, 190).

e) Als *v. Grotthuss* ein kleines Gefäss, welches einen feinen Sprung hatte, mit azotsaurer Silberoxydauflösung füllte, dann in ein grösseres Gefäss, welches dieselbe Aufl. enthielt, eintauchte, und die in beyden Gefässen befindliche Flüss. mit den Poldrähten der Batterie verband; erfolgte nur eine langsame Zersetzung, und keine Ueberführung der Educte aus einem Gefäss in das andere. — Das elektr. Fl. konnte also den feinen Riss im Glase durchdringen; nicht so die übrigen Stoffe. —

Eine ähnliche Bewandtniss hat es mit der thierischen Membrane: denn als *de la Rive* ein Gefäss mittelst thierischer Blase in 3 Theile theilte, dann das mittlere mit schwefels. Zinkoxyd, die beyden äussern hingegen mit einer Aufl. des muriums. Ammoniaks füllte, und in diese beyden die Pole einsetzte, so wurde nur das letztere Salz, nicht aber auch das schwefels. Zinkoxyd zersetzt. — Wurden hingegen die äussern Abtheilungen mit dem Zinksalz, und die mittlere mit dem Ammoniaksalz gefüllt, so zersetzte sich bloss das Zinksalz. (*Schweigg.* XXVIII, 215. — *Ann. de Chim.* etc. etc. a. a. O.)]

§. 327. Zu den Zersetzungsfällen durch galv. elektr. Fl. muss endlich noch bemerkt werden, dass dieses Fl. unter Mitwirkung des Wassers oft auch unauflösliche Verbindungen anzugreifen vermag; wenn diese irgend einen im Wasser auflöslichen Bestandtheil enthalten. Es ist diess aus dem Grunde zu wissen nöthig, weil man widrigenfalls durch die Wahl der Gefässe, bey Zersetzungen durch Galvanismus, leicht zu irrigen Resultaten gelangen kann, wenn diese von ihren Bestandtheilen etwas abgeben.

[*Davy* fand, dass bey Zersetzung des Wassers in gläsernen Gefässen, diese letztern matt wurden, und zugleich Sodiumoxyd am — Pole sich absetzte. — Auch wurden auf solche Weise Gefässe von Gyps, Cölestin, Schwerspath, Flussspath, und sogar Basalt angegriffen. (*Gilb.* Ann. XXVIII, 162.)]

ε) *Wirkung des galvanisch-elektr. Fluidums auf lebende Organismen.*

§. 328. Wird der lebende Organismus in die elektr. Kette gebracht, so erfährt man, dass das galv. elektr. Fl. in den empfindungsfähigen Theilen Empfindung, in den reitzfähigen hingegen Zusammenziehung verursacht (wesshalb dasselbe anfangs von den Physiologen *Metallreitz* genannt wurde). — Legt man ein Stück Zink auf die Zunge, ein Stück Silber unter die Zunge, und neiget dann die hervorstehenden Enden beyder Metalle gegen einander; so wird man im Augenblick ihrer gegenseitigen Berührung an der Zinkseite einen säuerlichen Geschmack, an der Sil-

berseite hingegen einen andern unbestimmteren Reitz wahrnehmen. Diess geschieht aus dem Grunde, weil die beyden Metalle mit der Feuchtigkeit der Zunge eine elektr. Kette bilden, das Wasser und die Salze des Speichels zersetzen, und seine Bestandtheile auf der Zunge absondern. — Berührt man mit einem Pol einer elektr. Kette die Haut in der Nähe der Gesichtsnerven, während der andere mit der Hand gehalten wird, so sieht man deutliche Funken; ohne Zweifel, weil die Entladung durch die Gesichtsnerven geschieht. (*)

Berührt man mit den feuchten Fingerspitzen beyde Pole, so erhält man eine Erschütterung; weil das galv. elektr. Fl. durch die Nerven überströmt. Diese Erschütterung wiederholt sich auch so oft, als die Berührung erneuert wird; ja sie wird sich auch selbst, wenn die Berührung fortdauert, von Zeit zu Zeit wiederholen, wenn die Batterie aus vielen kleinen Platten bestehet. — Diese Wirkung ist übrigens auch von der Grösse der berührten Oberfläche der Leitungsdrähte abhängig; sie kann daher am höchsten gesteigert werden, wenn der + Pol in eine Metallkugel endet, die man in die Hand nimmt, und in Salzwasser eintauchet. Es ist kein Zweifel, dass sehr starke galv. elektr. Entladungen den thierischen Organismus tödten würden.

[Die Erfahrung hat gelehrt, dass Batterien aus wenig grossen Platten auf den Organismus weniger wirken, als dieselben Metallmassen, wenn sie in mehrere kleine Platten zertheilt wurden. Auch wirken in dieser Beziehung in der Batterie Salzauflösungen mehr als Säuren.]

Was das galv. elektr. Fl. auf Pflanzen wirken könne ist noch wenig untersucht; doch gehen die Andeutungen bereits so weit, dass sich schliessen lässt: es werde in höchst schwachen Strömen dem Wachsthum gedeihlich seyn, in grösserer Verdichtung hingegen tödtlich wirken.

ζ) *Functionen des galv. elektr. Fl. in der Natur.*

§. 329. Da erfahrungsmässig allemahl galv. elektr. Fl.

entstehen muss, wenn das Wasser mit mehr als einem heterogenen Körper von grösserer Leitungsfähigkeit in Berührung kommt (§. 311); so ist es klar, dass die Erdoberfläche, da sie aus lauter heterogenen Massen besteht, die sehr häufig auch mit Wasser in Berührung sind, unaufhörlich wie eine, wegen der unregelmässigen Anordnung zwar schwache, aber unendlich grosse galv. Batterie wirken, und fortwährend galv. elektr. Fl. erzeugen muss. Da ferner wieder erfahrungsgemäss die Wirkung galv. elektr. Aggregate durch Wärme befördert, durch Kälte hingegen gehindert wird (§. 312); so ist auch nicht zu zweifeln, dass die Erzeugung des galv. elektr. Fl. sich grösstentheils auf die wärmern Theile des Erdballs beschränken werde. Da endlich das galv. elektr. Fl. immerwährend nach Gleichgewicht strebt, so wird dasselbe auch ganz gewiss unaufhörlich in der Oberfläche des Erdballs aus den wärmeren Theilen desselben den kälteren Theilen, und insbesondere wieder dem kältesten Nordpole am häufigsten zuströmen; mit jenen Ablenkungen des Stromes jedoch, die bessere und schlechtere Leiter auf diesem Wege veranlassen können. (*)

Diese Strömungen erheben das galv. elektr. Fl. zu einem der mächtigsten Agentien in der Natur. — Sie machen zunächst durch ihre vorzugsweise nördliche Richtung den Erdball zum Magnete. — Sie bewirken in der Masse des Erdballs bis auf eine gewisse Tiefe zahllose Zersetzungen und Bildungen neuer Verbindungen, und insbesondere jene *Ablagerungen* und Ueberführungen von einer Stelle zur andern, die wir in Gestalt der *gediegenen Metalle, und verschiedener Erze* im Innern des Erdballs vorfinden. — Die Thätigkeit dieser Strömungen in der organischen Natur endlich, ist kaum nach ihrer wahren Grösse zu würdigen; weil man hierüber noch viel zu wenig Erfahrungsdata aufweisen kann. (Vergl. auch §. 368). (*)

Wohl zu unterscheiden von diesen Erfolgen der galv. elektr. Strömungen ist jedoch der chemische Process selbst,

durch welchen das galv. elektr. Fl. erzeugt wird; besonders wenn er unter günstigen Umständen in kolossalem Maassstabe hervortritt. Diess ist insbesondere der Fall, wenn das Wasser durch vorhandene Spalten so weit unter die Erdoberfläche eindringet, dass es auf bedeutende Mengen dem Oxygen nahe verwandter, vorzüglich also metallischer Stoffe trifft; denn es wird sodann eine so heftige Reaction erfolgen, dass nicht nur Wasserzersetzung und Bildung von Metalloxyden, sondern auch höchst bedeutende Entbindungen von Hydrogengas und elektr. Fl., ja sogar Entzündungen und Explosionen, und in Folge deren auch heftige Erschütterungen Statt finden, und uns so das erhabene Schauspiel des *Erdbebens* und der *Eruptionen der Vulkane* darbiethen. — Ja es ist sogar wahrscheinlich, dass bey solchen Eruptionen (wie in der galv. Batterie (§. 313) eine grosse Menge des galv. elektr. Fl. in gemeines elektr. Fl. umgewandelt wird; welches metallische Theile aufgelöst enthält, und diese, indem es mit der erhitzten Luft in höhere Regionen aufsteiget, und in grosse Ferne fortgeführt wird, zuletzt — wenn durch Abkühlung das Volumen, und durch dieses die Capacität der Luft vermindert worden ist — an demselben Orte, wo die Ableitung des elektr. Fl. geschieht, zur Gestalt der *Meteorsteine* verdichtet und verbrannt, wieder fallen lässt. (*)

[Dass aber galv. elektr. Thätigkeit in den Aggregaten des Erdballs vorwalten müsse, wird um so weniger bezweifelt werden können, da sie sich auch schon im Kleinen an Aggregaten nachweisen lässt, die von der vollkommenen Anordnung einer galv. elektr. Batterie weit entfernt sind. — Giesset man in einem Kelchglase eine concentrirte und etwas saure Aufl. des muriums. Zinnoxyduls in Wasser mit der Vorsicht übereinander, dass sich beyde Flüssigk. nicht mit einander vermischen, und setzt hierauf ein Zinnstäbchen ein; so wird man bald an der Stelle, wo sich die beyden Flüssigk. berühren, eine Ablagerung von metallischem Zinn in Nadeln oder Blättern wahrnehmen. — Diese Metallvegetation deutet offenbar auf galv. elektr. Thätigkeit; weil sonst das Zinn nicht durch Zinn gefällt, noch weni-

ger aber regelmässig abgelagert werden könnte. — Aehnliche Einflüsse kommen auch nicht selten bey chemischen Processen vor, und sind um so mehr zu beachten, als sie uns sehr oft zur richtigen Definition räthselhafter Phänomene leiten können. — Man hat Anordnungen solcher Art *einfache elektrische Ketten* genannt. (*Schw.* J. LVIII, 40.)]

η) *Anwendung des galvanisch-elektr. Fluidums.*

§. 330. Die wichtigste Anwendung, welche bisher vom galv. elektr. Fl. gemacht worden, ist ohne Zweifel die auf die Zersetzung chemischer Verbindungen (§. 317); denn es sind dadurch die Ansichten über die Festigkeit solcher Verbindungen in hohem Maasse berichtiget, und zugleich wohl begründete Hoffnungen erregt worden, dass mit Hülfe des elektr. Fl. wahrscheinlich dereinst alle chemischen Verb. zersetzt werden dürften. — Wie es zur Darstellung künstlicher Magnete dienen kann, wurde früher schon (§. 313, *b*, *aa*) erwähnt. — Man hat ferner die Anwendung des galv. elektr. Fl. in der Heilkunde versucht; wo sich auch ungemein viel Erfolg hoffen lässt, obwohl die bisherigen Erfahrungen — ohne Zweifel, weil der Gegenstand noch zu wenig cultivirt und erkannt ist — nur zuweilen günstig ausfielen. — Die Lehre von der galv. elektr. Thätigkeit wird endlich auch in so fern eine ungemein nützliche Anwendung finden können, als man durch zweckmässige Benützung derselben chemische Processe steigern, oder auch hemmen kann. — Das erstere geschieht z. B. wenn einem in Säuren aufzulösenden Metalle noch ein zweytes Metall beygefügt wird; damit die Wirkung rascher vor sich gehe (§. 313, *b*, *aa*). — Ein Beyspiel der letzten Art gab *Davy*, als er auf den Kupferbeschlag der Schiffe, Zinkstücke befestigen liess, um das Kupfer gegen die Einwirkung des Seewassers zu schützen; wobey sich auch wirklich ein günstiger Erfolg zeigte, weil nun, wie in der elektr. Kette, vorzugsweise das Zink angegriffen wurde. — Aus diesen Umständen entspringet aber auch die gute Lehre: dass man

harte metallene Theile bey chemischen Apparaten nicht mit weichem Lothe zusammenflicken, und die Dächer nicht mit Zink decken soll; weil in beyden Fällen sehr bald, durch das hinzukommende Wasser, galv. elektr. Thätigkeit eintreten, und solche Machwerke zerstören wird. (*)

[Ueber das Wesen des galv. elektr. Fl. folgen die meisten jetzt lebenden Naturforscher einer andern Ansicht; die sich von der hier vorgetragenen sehr unterscheidet. Sie nehmen nähmlich, wie bey dem magnetischen Fl., zwey elektrische Materien an, deren eine sie *positive* oder + *Elektricität*, die andere hingegen *negative* oder — *El.* nennen. Diese beyden *El.* sind sich ungemein ähnlich, aber dennoch einander so sehr entgegengesetzt, wie Säure und Basis (!). Wenn sie im ungebundenen Zustande auftreten, so erregen sie die verschiedenen elektrischen Erscheinungen; sie haben aber eine grosse gegenseitige Anziehung, und vereinigen sich daher, sobald sie sich treffen zu 0 *El.:* wobey alle elektr. Erscheinungen aufhören, und aus den beyden *El.* entweder Licht, oder Wärme, oder nach Umständen wohl auch gar nichts Wahrnehmbares wird (wie es beliebt). — Die erwähnte 0 *El.* ist nun in allen Körpern auf eine nicht bemerkbare Weise enthalten (?). Wird jedoch einem solchen Körper eine der beyden *El.*, z. B. + *El.* nahe gebracht, so wirket diess sogleich auf die in dem Körper enthaltene Verbindung aus + und — *E.*; sie wird zersetzt, und *die — E. verlässt die + E. des Körpers, um sich mit der ausserhalb dargebothenen + E. zu verbinden* (!!!). Bey diesem Uebertritt finden dann die elektr. Erscheinungen Statt.

Diese Ansicht hat in neuerer Zeit ungemein viel Einfluss gehabt; denn man hat aus dem Umstande, dass einige Körper vorzugsweise am +, andere wieder vorzugsweise am — Pole der galv. Batterie abgelagert werden, gefolgert: dass die Stoffe oder Körper an und für sich schon ein gewisses Uebermaass der + oder — *El.* besässen, und also diejenigen, welche + *El.* hätten, vom — Pol, und die mit — *El.* begabten vom + Pol der Batterie angezogen würden, und so die Ablagerungen an beyden Polen Statt fänden. Demnach hat man daher die Körper auch in *positiv* oder + *elektrische,* und *negativ* oder — *elektr. Körper* eingetheilt, und in folgende annähernde Reihe gebracht.— (—) Oxygen, Schwefel, Stickstoff, Chlor, Jod, Fluor, Phosphor, Selen, Arsenik, Chrom, Molybdän, Wolfram, Boron,

Kohlenstoff, Antimon, Tellur, Tantal, Titan, Kiesel, Osmium, Hydrogen, Gold, Iridium, Rhodium, Platin, Palladium, Quecksilber, Silber, Kupfer, Uran, Wismuth, Zinn, Bley, Cerium, Kobalt, Nickel, Eisen, Cadmium, Zink, Mangan, Zirkonium, Alumium, Yttrium, Beryllium, Magnesium, Calcium, Strontium, Baryum, Lithium, Natrium, Kalium (+). Diess ist die sogenannte *elektrische Reihe*, oder die Ordnung, nach welcher sich muthmasslich ein Körper vor dem andern am — Pole ablagert: und es wird daraus klar, dass mithin bleibend nur das Oxygen ein — elektr., und auch nur das Kalium ein + elektr. Körper genannt werden kann; weil jeder andere, je nachdem er mit seinem Vorgänger oder Nachfolger in der Reihe verglichen wird, bald + bald — elektrisch seyn muss.

Die chemische Vereinigung der Körper insbesondere beruhet, nach dieser *dualistischen* Ansicht, lediglich auf der gegenseitigen Anziehung der beyden *El.*; daher vereinigen sich auch allemahl nur solche Körper, deren einer +, der andere — *El.* besitzt, indem sich die beyden *El.* zu 0 *El.* verbinden (§. 93).

Die chemische Zersetzung in der elektr. Kette endlich geschieht auf folgende Art. In der Kette oder Batterie selbst wird die 0 *El.* in + und — *El.* zersetzt (warum?). Die + *El.* entweichet durch den Zinkpol (warum?), die — *El.* durch den Kupferpol (warum?). Beyde nehmen aber aus der in der elektr. Kette befindlichen Flüssigkeit, und zwar die + *El.* den — elektrischen, die — *El.* hingegen den + elektr. Körper (warum?) bis an den entgegengesetzten Pol mit; sie strömen also, ohne sich zu vereinigen (warum nicht?) durcheinander an die entgegengesetzten Pole, lassen dort die mitgenommenen Stoffe fallen, und strömen in die Batterie zurück, um sich dort wieder zu 0 *El.* zu verbinden (warum?).

Mit der weiteren Erörterung dieser, in neuerer Zeit unter dem Nahmen der *Elektrochemie* fast allgemein verbreiteten Ansicht muss hier aus Mangel an Raum auf andere (so ziemlich auf alle) chemische Werke verwiesen werden. — Indessen muss auch — weil derselbe sonst als Beweis gegen die Lehre von nur einem elektr. Fl. in Anspruch genommen werden könnte — noch des Umstandes gedacht werden: dass man in neuerer Zeit die Existenz zweyer *El.* durch Experimente erwiesen zu haben glaubt. — Ein Hauptversuch dieser Art ist der früher (§. 318) erwähnte mit der Seife in der elektr. Kette. Man verfiel nähmlich, als man den einen Finger auf die Seife, den andern hingegen auf den — Poldraht setzte, und keine Er-

schütterung fühlte, obwohl diese bey Berührung des + Poldrahtes und der Seife sogleich erfolgte, auf die Idee: dass die Seife nur für die + *El.* ein Leiter, und dagegen für die — El. ein Isolator sey. Auch verfehlte man nicht solche Körper, *unipolare Leiter* zu nennen. — Wo hier der Irrthum liegt, ergibt sich zwar schon aus dem früher (§. 318) Angeführten; aber bis zur vollen Evidenz wird man gelangen, wenn die Kette nicht geschlossen, die Seife dann einmahl auf den +, und einmahl auf den — Pol gesetzt, und in beyden Fällen mit einem Finger der freye Poldraht, mit dem andern hingegen die Seife berührt wird: denn man wird in beyden Fällen Erschütterungen empfinden; so zwar, dass also wenn wirklich zwey *El.* existiren, auch beyde durch die Seife geleitet werden. (*)

So mangelhaft wie dieser, sind nun auch alle übrigen Beweise für zwey *El.;* denn alle zu dieser Absicht angeführten Erscheinungen erklären sich weit einfacher und richtiger durch die Annahme nur eines elektr. Fl.: mit Ausnahme jedoch einer einzigen Erscheinung, die heute noch allen Parteyen ein Räthsel ist, und in folgendem bestehet. — Wenn man auf die bereits (§. 313, *b, aa*) angeführte Art durch galv. elektr. Strömungen Magnetnadeln erzeugt, so ergibt sich die höchst merkwürdige Erscheinung: dass die in dem spiralförmig gewundenen Leitungsdrahte magnetisch werdende Stahlnadel, an demjenigen Ende welches dem Zinkpol zugewendet ist, einen + Pol erhält, wenn der Spiraldraht wie eine linke Schraube gewunden ist; während sie, wenn die Spirale eine rechts gehende Schraube bildet, an demselben Punct zum — Pole wird. — Man hat dieses sonderbare Phänomen durch die noch sonderbarere Annahme erklären wollen, dass die beyden *El.* sich schraubenförmig bewegten, und zwar die eine links, die andere rechts; allein damit ist die Hauptsache keinesweges erklärt, wenn man sich auch zur Annahme einer so miserablen Voraussetzung bequemen wollte. — Sollte es jedoch gelingen nur diese eine Thatsache genügend aufzuklären, so würde sich dann ohne Zweifel auch für alle jene Erscheinungen die Definition finden; die in sehr verschiedener Form unter dem Nahmen des *Rotationsmagnetismus* in der neuern Zeit bekannt worden sind. (*Fechner* über den Elektromagnetismus 1833). (Vergl. auch die Schluss bemerkung zur gem. Elektr. §. 369.)]

f) Gemeines elektrisches Fluidum.

§. 331. Das *gemeine elektrische Fluidum (gemeine Elektricität, Zitterstoff, elektrische Materie, Blitzstoff)*, muthmasslich O, oder *sechstes Oxygenaräoid*, hat alle früher (§. 302) angeführten Eigenschaften mit dem galv. elektr. Fl. gemein; es unterscheidet sich jedoch von demselben, in Folge des grössern Aräongehaltes, dadurch, dass es von andern Körpern weniger heftig angezogen wird, eine grössere Agilität, und eine grössere Spannung besitzt, sich leichter verdichten lässt, und leichter von einem Körper auf den andern übergleitet.

Bey diesen Eigenschaften kann dasselbe, wie leicht einzusehen, ebenfalls nur aus seinen Verbindungen, aus den Umständen seiner Bildung und Zerstörung, und aus seinem Verhalten zu andern Körpern näher erkannt werden.

α) *Verbindungen des gemeinen elektrischen Fluidums.*

§. 332. Energisch-chemische Verbindungen des gem. elektr. Fl. kennet man nicht; aber es vermag, wie das galv. elektr. Fl. im zweyten Grade der chem. Anz., ohne seine Eigenthümlichkeit zu verlieren, eine gewisse Menge Aräons aufzunehmen, und erlangt dadurch eine grössere Ausdehnung und vermehrte Agilität. Auch gibt uns dasselbe das Beyspiel der Atmosphärenbildung noch vollständiger, als das galv. elektr. Fl.; indem es sich in allen Beziehungen wie dieses verhält (§. 303): so zwar, dass es sich, unter gleichen Umständen auch in ungleichen Quantitäten, um ungleiche Körper sammelt; weil diese eine verschiedene *Capacität für das gem. elektr. Fl.* besitzen. (✱)

[Wie mit dem Aräon scheint sich das gem. elektr. Fl. auch mit etwas organischer Materie zu verbinden, und dadurch jene Modific. der *thierischen Elektricität* zu erzeugen, die sich vorzugsweise in den nervösen Theilen thierischer Organismen durch die Schnelligkeit ihrer Bewegungen auszeichnet.]

So oft daher an irgend einem Puncte, sey es durch die Natur, oder durch die Kunst, elektr. Fl. gebildet, oder entbunden wird, so wird dasselbe auch sogleich auf die nächsten Körper überströmen; und diess wird mit solcher Geschwindigkeit und Heftigkeit geschehen, dass dabey auch die eigene Schwere des elektr. Fl. selbst, ja sehr oft auch das Gewicht der Körper, an denen es haftet, überwunden wird: so zwar, dass der Uebergang nach jeder, lediglich durch die Lage der Körper bestimmten Richtung, und oft ganz gegen das Gesetz der Schwere Statt findet, und hierbey entweder das elektr. Fl. zu andern Körpern, oder wenn dasselbe schon an andern Körpern haftet, kleinere Körper anderer Art zum elektr. Fl. in gerader Richtung hin bewegt werden. Die Erfolge sind aber verschieden, je nachdem die Körper eine schwächere, oder stärkere Anz. zum elektr. Fl. besitzen.

§. 333. Findet zwischen dem elektr. Fl. und einem andern Körper eine stärkere Anziehung Statt, so erfolgt auch die Adhäsion zwischen beyden intensiver, und das elektr. Fl. haftet dann auch nur an den nahe gebrachten, oder berührten Stellen des andern Körpers, ohne sich über seine Oberfläche auszubreiten: so zwar, dass es mithin auch nur in dem Falle eine Atmosphäre um denselben bilden kann, wenn die Annäherung oder Berührung an allen Puncten der Oberfläche insbesondere geschieht. — Daraus folget aber, dass auch umgekehrt ein solcher Körper nunmehr das an seiner Oberfläche haftende elektr. Fl. eben so an andere Körper wieder nur an jenen Puncten abgibt, wo die Annäherung oder Berührung Statt findet; und dass derselbe folglich nur in dem Falle des ganzen Ueberschusses an elektr. Fl. beraubt werden kann, wenn er an allen Puncten seiner Oberfläche von einem Körper berührt wird, welcher das elektr. Fl. aufzunehmen fähig ist, und überdem eine heftigere Anz. zum elektr. Fl. besitzt. Körper von solcher Beschaffenheit nennet man *Nichtleiter*, oder *Isola-*

toren der Elektricität; weil sie das elektr. Fl. *nicht leiten*, und also überall, wo sie sich befinden, die Ausbreitung desselben hindern, oder dasselbe *isoliren*.

[*Nichtleiter* des elektr. Fl. sind z. B.: die meisten Oxyde, vorzügl. die verglasten, also das Glas, die Edelsteine, der Turmalin, der Bergkrystall, ferner alle Harze und Erdharze, die Steinkohlen, der Schwefel, das Wachs, die Seide, die Wolle, Federn, trockene Baumwolle, die Haare, die fetten und ätherischen Oehle, die trockene Luft, u. s. w.]

Ist hingegen die Anziehung zwischen dem elektr. Fl. und einem andern Körper schwächer, so strömt ihm dasselbe zwar gleichfalls mit grosser Schnelligkeit, und oft auch aus bedeutenden Entfernungen zu, haftet jedoch nicht nur an einzelnen Stellen; sondern verbreitet sich sogleich, der Körper möge übrigens noch so gross seyn, über seine ganze Oberfläche, eine an allen Puncten gleich verdichtete elektr. Atmosphäre bildend. — Aber eben aus diesen Eigenschaften folgt auch, dass ein solcher Körper die an seiner Oberfläche haftende elektr. Atm. nur so lange behalten kann, als ihm keine andern Körper von gleichen Eigenschaften genähert werden, oder bereits in seiner Nähe befindlich sind; denn ist diess der Fall, so wird das elektr. Fl. aus derselben Ursache, welche seine Ausbreitung über den ersten Körper bewirken konnte, auch auf einen zweyten, dritten, vierten u. s. w. überströmen, und sich auf der Oberfläche aller solchergestalt vertheilen, dass die Anziehung aller auf eine gleiche Weise befriediget wird, oder mit andern Worten: dass das *elektrische Gleichgewicht* entstehet. — Körper von diesen Eigensch. nennt man *Leiter der Elektricität;* weil sie das elektr. Fl. — im Gegensatz der Isolatoren — von einem Punct auf den andern leiten, oder übergleiten lassen.

[*Leiter* der Elektricität sind vor allen andern die Metalle und das Wasser, und durch ihren Wassergehalt der Nebel, der Rauch, die feuchte Luft, alle wässerigen Pflanzen- und Thiersäfte, die Holzkohlen, die Salzauflösungen, u. s. w. — Viele

Substanzen werden nur unter gewissen Umständen leitend, z. B. Oxyde, Oxydverbindungen, Glas, Harze, durch Erhitzung oder Schmelzung; Marmor, Papier, Wachstuch, Federn, Knochen, Elfenbein, getrocknetes Eyweiss, und Leder durch Feuchtigkeit; die man daher auch *Halbleiter* genannt hat.

Eine strenge Untersuchung wird aber zuletzt wahrscheinlich dahin führen, dass ein absoluter Nichtleiter gar nicht existirt, und in dieser Beziehung die Körper eine Reihe bilden werden, vom besten Leiter bis zum besten Isolator.]

§. 334. Aus den angeführten Umständen gehet nun folgerecht hervor: dass also nur die Nichtleiter grössere oder kleinere elektr. Atmosphären besitzen können, als alle sie umgebenden Körper; dass dagegen jeder Leiter nur in dem Falle eine grössere oder kleinere elektr. Atm. als die ihn berührenden Körper behalten kann, wenn diese letztern lauter Nichtleiter sind. Dieser Voraussetzung entspricht auch die Erfahrung; denn sie lehret, dass alle auf der Erde vorfindige Leiter, da sie durch die leitende Erde mit einander in Verbindung stehen, auf gleich befriedigende Weise, wie die Erde selbst mit elektr. Atmosph. umgeben sind. — Körper die auf solche Art mit dem Erdball im elektr. Gleichgewichte stehen, nennet man *natürlich elektrische Körper*, und es sind an solchen begreiflicher Weise eben so wenig elektr. Erscheinungen wahrzunehmen, als man an gleich warmen Körpern Wärmeerscheinungen auffinden kann. Sie können jedoch sogleich dazu geeignet werden, wenn man denselben elektr. Fl. nimmt oder gibt; so zwar, dass sie sodann entweder grössere oder kleinere Atmosphären besitzen, als die sie umgebenden Körper. Dieses kann aber wieder nur dann geschehen, wenn sie vorher isolirt worden sind; weil sie im entgegengesetzten Falle den empfangenen Ueberschuss augenblicklich an andere Körper abgeben, oder das denselben entzogene elektr. Fl. sogleich wieder von den sie berührenden Leitern an sich ziehen würden.

Aus diesen wenigen Principien folgert sich nun auch das weitere Verhalten des elektr. Fl., und diess wird sich

uns am deutlichsten darstellen, wenn wir die Mittel zu dessen *Aufsammlung*, *Uebertragung* und *Verdichtung* näher betrachten.

aa) Aufsammlung des gemeinen elektr. Fluidums.

§. 335. Die *Aufsammlung des elektr. Fl.* kann auf den gewöhnlichen Wegen in Hohlgefässen nicht Statt finden; weil dessen Anziehung zu andern Körpern grösser ist, als seine Anziehung zum Erdball: so zwar, dass es also nicht wie andere schwere Körper in der Richtung gegen den Erdball, sondern so zu sagen nach allen Richtungen fällt; indem es sich immer in gerader Richtung gegen denjenigen Körper bewegt, von welchem es am stärksten angezogen wird. — Das einzige Mittel zur Aufsammlung dieser Flüssigkeit, welches uns auch die Natur bezeichnet hat, bestehet folglich darin: dass man derselben einen Körper darbiethet, an dessen Oberfläche sie haften kann. Ein solcher Körper kann aber entweder ein Leiter, oder ein Nichtleiter seyn.

§. 336. Wählt man zu dieser Absicht einen Nichtleiter, z. B. eine Kugel oder Scheibe von Harz, oder Glas; so wird man zwar an seiner Oberfläche eine grössere Menge elektr. Fl. anhäufen können, als er im Gleichgewicht mit allen Körpern nöthig hat, wenn man denselben entweder einem an elektr. Fl. Ueberfluss habenden Körper mit allen seinen Puncten nähert, oder auch auf ihm selbst durch irgend ein Mittel elektr. Fl. erzeugt (§. 353). Einem solchen Körper wird aber sodann das elektr. Fl. auch wieder nur durch Berührung an allen Puncten entzogen werden können, was für die Manipulation in vielen Fällen sehr unbequem wäre.

§. 337. Wählt man hingegen zur Aufsammlung des elektr. Fl. einen Leiter, z. B. eine Kugel oder einen Cylinder von Metall; so hat man vor allen Dingen darauf zu sehen, dass derselbe ohne alle Spitzen und Ecken sey, und

von der Berührung mit andern Leitern gänzlich abgeschnitten werde: weil widrigenfalls jeder demselben mitgetheilte Ueberfluss an elektr. Fl. über die Ecken oder Spitzen, aus späterhin vorkommenden Gründen, ausströmen (§. 346), oder durch jene Leiter sogleich abgeleitet, oder umgekehrt, wenn man der erwähnten Kugel elektr. Fl. entzogen hätte, dieser Abgang auf den gedachten Wegen sogleich wieder ersetzt werden würde. — Die Absicht wird daher erreicht werden, wenn man jenen Leiter allenthalben wohl abrundet, und falls er Spitzen hätte, an diesen Kugeln vorsteckt, und ihn sodann auf Nichtleiter, z. B. auf Glastafeln, Pechkuchen, oder auf Glasstangen setzt, oder mit seidenen Schnüren in der Luft aufhänget.

§. 338. Ein solcher *isolirter Leiter* ist nun fähig eine bedeutende Menge elektr. Fl. aufzunehmen, und dasselbe, wenn ihm kein anderer Leiter genähert wird, in Form einer unsichtbaren Atmosphäre zu behalten. Eine solche elektr. Atm. wird er demnach sogleich aufnehmen, sobald er einer der späterhin (§. 353) anzuführenden Quellen des elektr. Fl., z. B. einer mit Leder und etwas Zinnamalgam geriebenen Glasröhre nahe gebracht, oder durch einen leitenden Draht damit in Verbindung gesetzt wird, und man nennet ihn in diesem Zustande einen *elektrisirten Leiter*, oder + *elektrischen Leiter*. — Von dem wirklichen Daseyn einer solchen Atmosphäre wird man sich auch leicht überzeugen, wenn dem elektr. Leiter ein mittelst gläserner Handhabe isolirter Draht mit dem einen Ende genähert wird; während am andern Ende zwey Hollundermarkkügelchen mittelst Flachsfäden aufgehangen sind: denn das elektr. Fl. wird nun sogleich über den leitenden Draht und durch die Fäden überströmen; die beyden Kügelchen werden elektr. Atmosphären empfangen, und eben dadurch von einander entfernt, oder abgestossen werden.

Die Kügelchen stossen sich auch um so weiter ab, je grössere elektr. Atmosphären sie empfangen, und diese

sind natürlich um so grösser, je grösser die Atm. des mittheilenden Leiters ist. Auf diesen Umstand gründet sich die Erfindung des *Elektroscops*, oder *Elektrometers*, *Elektricitätsmessers*.

[Es werden zu diesem Ende zwey Kork- oder Hollundermarkkügelchen mittelst Leinfäden an einem Metalldrahte dergestalt in ein gläsernes Fläschchen eingehangen, dass der Draht im Stöpsel steckt, und seine Spitze ausserhalb hervorraget. Wird dann diese Vorrichtung einem elektrisirten Leiter genähert, so werden die beyden Kügelchen durch den Draht elektr. Fl. aufnehmen, und sich um so mehr abstossen, je mehr elektr. Fl. sie empfangen haben: so zwar, dass man aus der Divergenz jener Kügelchen auch auf die Menge des elektr. Fl. schliessen, und diese sogar vergleichend messen kann, wenn an der Seite des Fläschchens ein Gradbogen verzeichnet, und hiernach die Divergenz näher bestimmt wird. Ein solcher Apparat heisset dann ein *Flascheneléktrometer*, und insbesondere wieder, je nachdem man entweder wie hier zwey Kork- oder Hollundermarkkügelchen, oder zwey Strohhalme, oder zwey Flachsfäden, oder zwey Goldblättchen angewendet hat, *Kork- Hollundermark- Strohhalm- Flachsfaden-* oder *Goldblattelektrometer.*]

§. 339. Umgekehrt wird aber einem isolirten Leiter auch elektr. Fl. entzogen werden können, wenn er einem Körper genähert wird, welcher eine kleinere elektr. Atm. hat, z. B. einer mit Flanell geriebenen Siegellak- oder Harzstange: denn es wird in solchem Falle ein Theil des elektr. Fl. an jenen Körper übergehen, und also eine schwächere elektr. Atmosph. zurückbleiben. Ein solcher Körper heisset sodann ein — *elektrischer Leiter*, und man kann sich auch wieder von seinem Zustande überzeugen, wenn ihm das vorhin (§. 338) erwähnte Instrumentchen nahe gebracht wird; denn die Hollundermark- oder Korkkügelchen werden sogleich wieder einander abstossen, weil sie elektr. Fl. durch den Draht an den Mangel habenden oder — elektr. Leiter abgeben; und sodann selbst Mangel habend, die sie umgebenden natürlich elektr. Luftheilchen anziehen: so zwar, dass sich eine entsprechende Menge dieser letz-

tern um die Korkkügelchen sammelt, und sie auseinander drängt. (*)

[Die Hollundermarkkügelchen gehen auch auseinander, wenn sie in einem luftleeren Raume eingeschlossen sind; in diesem Falle geschieht es jedoch durch die Anziehung zu den Wänden des Gefässes.]

§. 340. Aus diesem Verhalten geht es nun klar hervor, dass die Abstossung der beyden Hollundermarkkügelchen eben sowohl Ueberfluss als Mangel an elektr. Fl. bedeuten kann; der Zweifel wird sich jedoch augenblicklich lösen lassen, wenn man dem mit dem divergirenden Kügelchen verbundenen Drahte eine geriebene, also + elektrische, Glasröhre nähert: denn haben die Kügelchen + El., so werden sie noch mehr divergiren, weil sie von der Glasröhre mehr elektr. Fl. empfangen; sie werden hingegen zusammenfallen, wenn Mangel oder — El. die Ursache der Divergenz war, weil dieser Mangel von der Glasröhre ersetzt wird. — Dass diese Untersuchung auch mit der geriebenen Siegellakstange geschehen kann, aber mit entgegengesetzten Erscheinungen resultirt, versteht sich von selbst.

§. 341. Die hier (§. 338) erwähnten elektr. Atmosphären des gem. elektr. Fl. unterscheiden sich von den galv. elektr. und von den magnetischen Atmosphären hauptsächlich durch ihre Grösse, und durch ihre Beweglichkeit. Grösser sind sie ohne Zweifel, weil sich die Quantität des atmosphärisch aufgenommenen elektr. Fl. nach der Oxygenmenge richtet, eine gleiche Menge Oxygens aber im gem. elektr. Fl. mit viel mehr Aräon verbunden ist, als im galv. elektr. und magn. Fluidum. Die grössere Beweglichkeit ist die natürliche Folge des vorwaltenden Aräons. — Die Atmosphären des gem. elektr. Fl. so wie die des galv. elektr. Fl., zeigen dagegen eine grosse Analogie mit denen des magnetischen Fl., in ihrer Vertheilbarkeit und gegenseitigen Abstossung. (*)

Die gegenseitige Abstossung und daraus folgende un-

gleiche Vertheilung der elektr. Atmosphären lässt sich am besten zeigen, wenn man an einem sehr langen isolirten Leiter an beyden Enden, und in der Mitte überall ein Paar Kork- oder Hollundermarkkügelchen mittelst Leinfaden aufhängt, und hierauf dem einen Ende des Leiters eine geriebene, also + elektrische Glasröhre nähert: denn man wird sogleich bemerken, dass während das nächste Paar der Kügelchen noch gar nicht gestört erscheint, und das zweyte in der Mitte hängende Paar nur wenig auseinander gehet, das dritte also entfernteste Paar auf die grösste Distanz auseinander getrieben wird. Es wird also hier von der elektr. Atmosphäre der Glasröhre die elektr. Atm. des isolirten Leiters gerade so abgestossen, und zur ungleichen Vertheilung, und bis zum entgegengesetzten Ende allmählich steigenden Anhäufung gezwungen, wie es beym Eisen mit der magnetischen Atm. geschieht, wenn demselben der + Pol eines Magnetes genähert wird (§. 288). Diese gestörte oder ungleich vertheilte elektr. Atm. wird folglich in demselben Maasse, als sie gegen das andere Ende hin stärker wird, auch mehr elektr. Fl. an die Korkkügelchen abgeben, und eine mit dem Abstande zunehmende Divergenz bewirken müssen. — Eine solche ungleich vertheilte elektr. Atm. ist jedoch immer nur eine unbeständige (§. 288) wenn sie, wie hier, an einem Leiter haftet. Sie existirt daher auch nur so lange als ihre Ursache fortdauert, und gehet folglich, sobald die erwähnte Glasröhre entfernt wird, sogleich wieder in eine gleich vertheilte Atm. über.

§. 342. Die gegenseitige Abstossung elektrischer Atm. erscheint endlich jener der magnetischen Atmosphären (§. 279) auch darin analog, dass sie durch zwischenliegende Körper nicht gehindert wird, und also rein das Resultat der Kräfte ist. Um sich hiervon zu überzeugen, belege man eine in der Verticalebene stehende Glastafel auf beyden Seiten dergestalt mit dünn geschlagenem Zinn (Staniol), dass rund herum ein unbelegter Rand von 3 Zollen

frey bleibe, und also zwey Leiter isolirt durch einen Nichtleiter (die Glastafel) gegeben seyen. Man bringe ferner jede der beyden Metallbelegungen mit einem langen isolirten Leiter in Berührung, hänge sodann an das Ende des einen isolirten Leiters (wie §. 338) ein Paar Hollundermarkkügelchen, und theile endlich dem andern isolirten Leiter (allenfalls durch Berührung mit einer geriebenen Glasröhre) etwas elektr. Fl. mit. Man wird sogleich bemerken, dass am ersten Leiter die Hollundermarkkügelchen aus einander gehen, obwohl zwischen beyden Leitern die nicht leitende Glastafel stehet. Das dem einen Leiter mitgetheilte elektr. Fl. hat sich also bis auf die eine Zinntafel ausgebreitet, und deren elektr. Atm. so vergrössert, dass sie durch das Glas hindurch die auf der entgegengesetzten Zinnplatte haftende elektr. Atm. abstossen, und so den Uebergang von etwas elektr. Fluidum auf die beyden Kügelchen bewirken konnte. — Berührt man sodann denjenigen Leiter, welchem elektr. Fl. mitgetheilt worden war, mit der Hand, oder einem andern mit dem Erdball in Verbindung stehenden Leiter, so werden jene divergirenden Kügelchen sogleich wieder zusammen fallen; weil nun der elektr. Ueberfluss wieder entfernt worden ist, und das an den Kügelchen haftende elektr. Fl. wieder auf die Zinntafel zurücktreten kann.

§. 343. Der hier beschriebene Versuch ist für die Theorie der elektrischen Erscheinungen von der höchsten Wichtigkeit, weil er zugleich beweiset, dass die elektrische Abstossung ihre Gränzen hat, und dass die Körper wirklich eine bestimmte Capacität für das elektr. Fluidum besitzen.

Das erstere erweiset sich, wenn man im obigen Versuche (§. 342) eine sehr dicke Glastafel nimmt; denn es zeigt sich hierauf gar keine Wirkung an den Hollundermarkkügelchen, weil die beyden Zinnplatten so sehr von einander entfernt sind, dass die *elektrischen Wirkungs-*

kreise ihrer Atmosphären nicht mehr in einander fallen, und sich folglich auch nicht beirren.

Das letztere erweiset sich schon durch den bereits (§. 342) angeführten Versuch selbst; denn, nur weil die beyden auf der Glastafel klebenden Zinnblätter, durch ihre Nähe einen gemeinschaftlichen Wirkungskreis und eine bestimmte Capac. gegen das elektr. Fl. besitzen, geschieht es: dass das eine Zinnblatt nur in so fern elektr. Fl. aufnehmen kann, als gleichzeitig von dem andern Blatte eine gleich grosse Menge desselben zu entweichen Gelegenheit findet. — Noch vollständiger folgt aber der Beweis, wenn der Versuch in der Art wiederholt wird, dass man dem einen Zinnblatt *a* fortwährend elektr. Fl. zuführet, während das andere *b* durch einen Draht (oder die Hand) mit dem Erdball in leitende Verbindung gebracht ist; denn es wird sich nun zeigen, dass das Blatt *a* nur so lange, und nicht länger elektr. Fl. aufnimmt, als bis es so viel empfangen hat, als beyde Blätter nach ihrer Capac. halten können; während von *b* die elektr. Atm. grösstentheils entwichen ist. Dass dem wirklich so sey wird auch zu erweisen seyn, wenn man die leitende Verbindung von *b* mit dem Erdball schnell unterbricht, und endlich beyde Blätter *a* und *b* durch einen mittelst einer gläsernen Handhabe isolirten Draht miteinander in Verbindung bringet: denn es wird augenblicklich die Hälfte des elektr. Fl. von *a* nach *b* überströmen, und man wird sich durch das Elektrometer überzeugen können, dass beyde Blätter *a* und *b* wieder nur natürlich elektrisch sind, oder höchstens einen unbedeutenden Ueberschuss haben.

Nimmt man zu diesem Versuch eine mit Metall nicht belegte Glastafel, so wird auch diese auf einer Seite eine stärkere elektr. Atm. erlangen; aber diese wird sich sodann durch den erwähnten Draht nicht auf beyde Seiten gleichförmig vertheilen lassen, eben weil das Glas ein Nichtleiter ist.

ββ) *Uebertragung des gemeinen elektr. Fluidums von einem Körper auf den andern.*

§. 344. Ein elektrisirter, oder mit einer grössern elektr. Atmosphäre umgebener isolirter Leiter, ist nun geeignet, die Phänomene der *Mittheilung* oder *Uebertragung* des el. Fl. von einem Körper auf den andern darzubiethen; denn wird demselben ein anderer Körper genähert, so wird das Uebermaass des elekt. Fl. sogleich, und so lange zum letztern überströmen, bis es auf beyden Körpern im Gleichgewichte stehet. Dieser Uebergang wird aber, je nachdem die elektr. Atmosphären grösser oder kleiner sind, und je nach Verchiedenheit des dargebothenen Leiters, auch von verschiedenen Erscheinungen begleitet seyn; welche in der Grösse und Gestalt, und in der Art der Bestandtheile der Körper, und in dem Widerstande der, dieselben umgebenden Luft begründet sind. (*)

§. 345. Wird demnach einem elektrisirten Leiter ein sehr leichter isolirter Körper, z. B. ein an einem seidenen Faden hängendes Hollundermarkkügelchen bis zum elektr. Wirkungskreise genähert; so wird dasselbe von dem am ersteren haftenden elektr. Fl. schnell angezogen, aber auch sogleich wieder bis zu einer gewissen Entfernung abgestossen werden. Diese rückgängige Bewegung heisset, im Gegensatze der *elektrischen Anziehung*, die *elektrische Abstossung*, und hat ihren Grund darin: dass das Hollundermarkkügelchen bey seiner Annäherung zum grössern Leiter ebenfalls eine elektr. Atm. erhalten hat; die nun von der grössern Atm. des letztern abgestossen wird, und das leichte Kügelchen mitnimmt. (*)

§. 346. Ist hingegen der dem elektrisirten Leiter genäherte Körper von grösserer Art, und dabey nicht leicht beweglich, und zugleich mit mehreren Spitzen versehen; so wird das elektr. Fl. in einem sehr dünnen Strome, und mit im Dunkeln sichtbarer schwacherLichtentbindung (§. 347) über jene Spitzen übergehen: und dieses wird schon bey

geringerer Annäherung, und mit einem nur schwachen Geräusch geschehen; weil nur eine geringe Menge der, beyde Körper umgebenden Luft durchbrochen werden darf. (*)

[Diese Lichterscheinung hat eine verschiedene Form, je nachdem das elektr. Fl. über eine Spitze *aus*- oder *einströmt*. Beym Ausströmen ist das elektr. Fl. zunächst der Spitze durch den Druck der Luft am meisten verdichtet, und bewirket daher an diesem Puncte die Verbrennung der Luft; die aber in dem Maasse schwächer wird, als das ausströmende elektr. Fl. sich divergirend weiter verbreitet, und endlich ganz aufhöret: daher hat diese Lichterscheinung das Ansehen eines *Strahlenpinsels*. — Strömt das elektr. Fl. hingegen von einem grössern Körper auf die Spitze ein, so wird es convergirend geschehen, und ein *leuchtender Punct* entstehen; weil die Verbrennung nur eintreten kann, wenn das elektr. Fl. eben durch die Convergenz, endlich die hierzu erforderliche Verdichtung erlangt hat.] (*)

§. 347. Ist aber endlich der dem elektr. Leiter zu nähernde Körper nicht nur von grösserer Art, sondern auch an seinen Extremitäten abgerundet; so muss derselbe viel näher gebracht werden, wenn der Uebergang des elektr. Fl. erfolgen soll: denn es wird in solchem Falle, eben durch die grössere Fläche, welche der abgerundete Körper bey gleicher Annäherung darbiethet, auch ein grösseres Vol. des elektr. Fl. gleichzeitig und gleich stark angezogen werden, und also auch eine grössere Annäherung nothwendig seyn, wenn die Anziehung die Oberhand gewinnen, und das elektr. Fl. eine grössere Luftmasse durchbrechen soll. — Ist jedoch die erforderliche Nähe einmahl erreicht, so erfolgt sodann auch der Uebergang, von Staunen erregenden Phänomenen begleitet. Eine grössere Masse des elektr. Fl. wird nähmlich vom elektrisirten Leiter plötzlich losgerissen, und schiesset oder schlägt in *einem* Strome mit unglaublicher Schnelligkeit auf den andern Körper über; indem es die Luft gewaltsam durchbricht, und dabey eine sichtbare Feuererscheinung, und einen dem Schnalzen der Peitsche ähnlichen Schall erzeugt. Dieser Schall entstehet

durch das Zusammenfallen der getheilten Luft; die Feuererscheinung hingegen durch die Verbrennung eines kleinen Antheils der Luft: diese letztere darf daher keineswegcs für das jedenfalls unsichtbare elektr. Fl. selbst angesehen werden (§. 363). Diese Erscheinung wird der *elektrische Schlag*, und in so fern auch Lichtentbindung Statt findet, der *elektrische Funken*, das *elektr. Feuer* genannt. Die Distanz, bey welcher der Uebergang erfolget, heisset die *Schlagweite.* (*)

Bey grössern Funken und grössern Distanzen sieht man sehr deutlich, von welchem Leiter ein elektr. Funke kommt, und wohin er geht; bey kleinern ist diess wegen der grossen Geschwindigkeit oft zweifelhaft. Es lässt sich indessen jeder Zweifel heben, wenn man, nach *Biot*, ein Kartenblatt an zwey Seidenfäden aufhängt; dann auf den beyden Flächen desselben zwey Metallspitzen dergestalt applicirt, dass sie in einer kleinen Entfernung (also nicht gerade gegenüber) senkrecht auf die Flächen gerichtet sind, und endlich durch diese am andern Ende mit Kugeln versehenen Spitzen, einen starken Funken durchgehen lässt. Man wird dabey, wenn der Versuch im Dunkeln geschieht ganz deutlich sehen, wie das elektr. Fl. aus der einen Spitze wie ein feuriger Strahl über die Fläche des Kartenblattes hinfährt, und endlich durch das Blatt auf die andere Spitze überschlägt; ohne dass auf der entgegengesetzten Seite eine Lichterscheinung wahrzunehmen ist.

γγ) *Verdichtung des gemeinen elektr. Fluidums.*

§. 348. Die *Verdichtung* des elektr. Fl. insbesondere wird nun zwar schon durch die Aufsammlung an isolirten Leitern zum Theil erreicht; weil diese beym Zuströmen des an sich schon verdichteteren elektr. Fluidums selbst an Capacität für das elektr. Fl. zunehmen, und sodann ein gewisses Uebermaass davon aufzunehmen vermögen.

[Die Menge des aufgenommenen gemeinen elektr. Fl. richtet

sich immer nach der Oberfläche der Körper, nicht nach ihrer Masse. Zwey aus demselben Material verfertigte isolirte Leiter von gleicher Oberfläche, nehmen daher gleichviel auf, wenn auch der eine hohl, der andere massiv ist.]

Auch wird sich eine noch grössere Verdichtung momentan bewirken lassen, wenn man das Uebermaass eines solchen überladenen Leiters auf einen andern natürlich elektrischen Leiter überschlagen lässt; weil das elektr. Fl. die Atmosphäre durchbrechen, und folglich durch den Druck derselben in hohem Maasse comprimirt werden muss. Allein es werden, wie leicht einzusehen, ungemein grosse Leiter erforderlich seyn, um einigermassen grosse Effecte hervorzubringen. (*)

§. 349. Soll hingegen bey gleichgrossen Leitern eine grössere Verdichtung erreicht werden, so kennet man zu dieser Absicht nur ein einziges Mittel; welches darin bestehet, dass man das elektr. Fl. von einem damit überladenen Leiter auf einen andern überschlagen lässt: welchem das elektr. Fl. entzogen worden ist, und welcher also Mangel hat; denn es wird nun begreiflicher Weise eine grössere Menge des elektr. Fl. überschlagen müssen, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. (*)

Zu dieser Absicht dient auch wieder am besten die früher (§. 342) beschriebene, mit zwey Metallblättern belegte Glastafel, wenn man, während eines der Metallblätter mit dem Erdball in leitender Verbindung stehet, dem andern, wie früher angezeigt (§. 343), so lange elektr. Fl. zuführet, als noch etwas aufgenommen wird, und zuletzt nachdem die Verbindung mit der Erde aufgehoben worden ist, die beyden Blätter durch einen solchen isolirten Draht (§. 343) miteinander verbindet, welcher an seinen beyden Enden mit Kugeln versehen, und zur Bequemlichkeit der Manipulation scheerenähnlich construirt ist: denn es wird nun der Uebergang des elekt. Fl. nicht, wie bey dem dünnen spitzigen Verbindungsdrahte (§. 343) in einem dünnen

Strome, sondern in Folge der breitern Fläche der vorgesteckten Kugeln (§. 347), in Masse überschlagen, und eben darum durch den Druck der Atmosphäre mehr verdichtet werden. — Die bey diesem Verfahren Statt findende Anhäufung des elektr. Fl. auf der einen Metallfläche wird die *elektrische Ladung*, der Uebertritt von einer Metallfläche auf die andere die *Entladung*, der diese letztere bewirkende isolirte Draht der *Entlader*, *Auslader*, und die mit zwey Metallblättern belegte Glastafel, die *elektr. Ladungstafel* genannt. (*)

§. 350. Eine andere Art des eben beschriebenen Apparates entstehet, wenn man die Ladungstafel zur Form einer Flasche oder eines cylindrischen Gefässes umstaltet, ohne übrigens im Princip etwas zu ändern. — Diess geschieht nähmlich, wenn eine dünne Flasche oder ein Cylinderglas in- und auswendig bis zu $^2/_3$ der Höhe mit Staniol belegt, und die innere Belegung mit einem Drahte in Verbindung gesetzet wird; welcher bis über die Mündung des Gefässes hervorraget, und dort in eine Kugel endiget. — Eine solche Flasche ist nun, die Form ausgenommen, ganz dasselbe, wie die Ladungstafel, und wird eine *elektr. Ladungsflasche (Verstärkungsflasche*, *Leydnerflasche*, *Kleistische Flasche)* genannt. Sie hat vor der Ladungstafel den Vorzug, dass sie bequemer zu laden, und wieder zu entladen ist, und ihre Ladung, wenn sie an der Mündung verschlossen wird, viel länger, oft Monate lang behält: weil die elektr. Atm. der innern Belegung in der isolirenden Flasche eingeschlossen, und daher gegen die Strömungen der Luft geschützt ist; die das elektr. Fl. sehr bald mitnehmen würden.

§. 351. Die Grösse der elektr. Schläge solcher Ladungsapparate richtet sich genau nach der Oberfläche ihrer Metallbelegungen, und nach der Dicke des isolirenden Glases; sie haben daher ihre gemessenen Gränzen. — Will man jedoch grössere Schläge erzeugen, so lässt sich dieses durch die sogenannte *elektrische Batterie* bewirken; die

durch die Vereinigung mehrerer Ladungstafeln oder Ladungsflaschen entstehet. Es werden nähmlich zu dieser Absicht sowohl die innern als die äussern Belegungen aller Flaschen durch leitende Drähte dergestalt miteinander verbunden, dass die innern für sich allein, und die äussern eben so vereinigt sind: so zwar, dass wenn man nur eine dieser Flaschen ladet, durch die leitende Verbindung auch alle übrigen mitgeladen werden; so wie im Gegentheil durch die Entladung einer einzigen Flasche auch alle übrigen zu entladen sind.

β) *Entstehung und Gewinnung des gemeinen elektr. Fluidums.*

§. 352. Das gemeine elektr. Fl. ist in so fern als ein normaler Bestandtheil des Erdballs anzusehen, als dasselbe durch die zwischen der Sonne und dem Erdball Statt findende Reaction, und die daraus folgende Zersetzung des Lichtes (§. 378) tagtäglich erzeugt, und auch in dem Maasse wieder zerstört wird, dass eine gewisse Menge vorwaltend bleibt, und alle Körper atmosphärisch umschliesset. Auch entstehet dasselbe durch Zersetzung des magnetischen (§. 296, *g*) und des galv. elektr. Fluidums (§. 313), einiger zur Explosion geeigneter Verbindungen (§. 507, *f*), und endlich der atmosphärischen Luft oder des Oxygengas. — Zur Gewinnung des elektr. Fl. kennet man indessen bis jetzt nur noch zwey practische Wege, indem man dasselbe entweder aus den elektr. Atmosphären der Körper absondert, oder durch Zersetzung der atm. Luft erzeugt.

[Wird Papier oder Weingeist an der Luft verbrannt, so erscheint die Flamme —, der Rückstand des Weingeistes oder Papiers hingegen + elektrisch. — Verbrennt man dagegen Kohle in einem Gefässe, so wird dieses, und auch die Kohle — elektrisch. — Einige verbrennende Körper zersetzen also das Oxygengas auf die Art, das elektr. Fl. entstehet, andere wieder nicht. — Eine ähnliche Zersetz. erleidet das Oxygengas ohne Zweifel auch beym Athemholen der Menschen und Thiere, und

liefert so das im Organismus thätige elektr. Fl. (s. weiter unten: die Fortdauer org. Wesen.)]

αα) Darstellung des gem. elektr. Fl. aus den natürlich elektrischen Atmosphären der Körper.

§. 353. Aus den elektr. Atmosphären der Körper lässt sich ein Theil des elektr. Fl. auf zwey Wegen abscheiden; nähmlich entweder durch Verminderung der Capacität der Körper für das elektr. Fl., oder durch Störung der elektr. Atmosphären mittelst Berührung zweyer oder mehrerer Körper von ungleicher Capacität.

Die Capacität der Körper für das elektr. Fl. kann wieder durch Erhitzung der Körper durch Volumsverminderung, und auch durch chemische Zersetzung, oder Verbindung derselben bewirkt werden. In allen diesen Fällen ergeben sich aber so geringe Differenzen, dass sich hierauf keine practische Methode zur Gewinnung des elektr. Fl. gründen lässt.

[Erhitzt man ein Metallstück an einem Ende, so zeigt es am andern kältern Ende + El., weil das wärmere Ende nunmehr eine geringere Capacität für das elektr. Fl. hat, und also einen Theil desselben entlässt. Man hat alle Phänomene dieser Art auf Rechnung der *Thermoelektricität* geschrieben; doch ist es klar, dass man dabey nur mit gem. elektr. Fl. zu thun hat. — Viele krystallisirte Körper insbesondere, z. B. der Turmalin, Mesotyp, Topas und Prehnit, werden beym Erhitzen nicht nur stark elektrisch (*Krystallelektricität*), sondern zugleich polarisch (elektrisch-polarisch), indem sie an dem einen Ende der Krystallachse + am andern — El. zeigen; was auch sehr natürlich ist, da alle Krystalltheilchen schon magnetisch-polarisch sind (§. 105), und das magn. Fl. durch Erhitzung in gem. elektr. Fl. übergeht. — Umgekehrt wird die Capac. der Körper für das elektr. Fl. durch Herabsetzung der Temp. vermehrt. Doch gilt beydes nur so lange als die Körper ihren Aggregatszustand nicht verändern. — Lässt man Wasser in einer nicht isolirten elektr. Ladungsflasche schnell gefrieren, so zeigt ihre innere Belegung + El.; weil das Wasser fest geworden ist, und also das elektr. Fl. welches vorhin um die einzelnen

Wasseratome Atmosphären bildete, nunmehr auf die viel kleinere Oberfläche des ganzen Eisstückes eingeschränkt ist. (Aus gleichem Grunde werden geschmolzenes Wachs, Chocolate und dergl. beym Erstarren + elektrisch.) Lässt man das gefrorene Wasser in der Ladungsflasche, nachdem sie entladen worden ist, wieder schmelzen; so zeigt ihre innere Belegung — El., weil sich das elektr. Fl. wieder über die einzelnen Atome ausbreiten kann. (*)

Comprimirt man Luftarten, so zeigen sie + El., werden sie dagegen verdünnt — El.; weil im ersten Falle die Atome derselben gewaltsam näher an einander treten, und das elektr. Fl. gleichsam ausgepresst wird, und im zweyten das Gegentheil geschieht.

Tauchet man ein Stück Kaliumoxydhydrat in eine wässerige Säure, so wird es — elektrisch, während die Säure + elektr. erscheint. — Kleesäure, Boronsäure oder Citronensäure wird im Wasser, indem sie sich auflöset, — elektrisch, das Wasser + elektrisch. —

Es ist überhaupt mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass keine chemische Veränderung mit den Körpern vorgehen kann, ohne dass zugleich auch ihre Capac. für das elektr. Fl. eine Veränderung erleidet; doch sind die Gesetze, nach welchen diess geschieht, noch keinesweges festgestellt, und auch schwierig auszumitteln: weil dabey jene Fälle sorgfältig zu unterscheiden sind; bey welchen nicht nur die Capac. verändert, sondern wirklich aus den Bestandtheilen der Körper elektr. Fl. gebildet wird. — Auch sind in den meisten Fällen die Spuren des elektr. Fl. so schwach, dass sie nur mit dem elektrischen Condensator (§. 355) wahrgenommen werden können.]

§. 354. Da sich die elektr. Atmosphären gegenseitig abstossen, sobald sie einander in die Wirkungskreise fallen (§. 343); so ist es klar, dass allemahl wenn sich zwey Körper berühren, eine Störung ihrer elektr. Atmosphären erfolgen muss. Diess bestätigt auch die Erfahrung; denn wenn man zwey gleich grosse Platten von verschiedenen Metallen, z. B. von Zink und Silber (oder Kupfer) mittelst gläserner Handhaben isolirt, und sie sodann, ohne die Metalle mit den Händen anzufassen, mit einander in Berührung bringet, so zeiget dieses vereinigte Plattenpaar einen

Ueberschuss an elektr. Fl., welcher bey der Berührung an andere Körper überzugehen fähig ist. Werden hingegen die beyden Platten sodann mittelst ihrer isolirenden Handgriffe plötzlich wieder auseinander gerissen, so zeiget die Zinkplatte +, die Silberplatte hingegen — Elektr. — Die erste dieser Erscheinungen erklärt sich aus dem Umstande, dass bey der Berührung der zwey Platten die elektr. Atmosphären sich nicht nur abstossen, sondern zugleich auch zwischen den Platten mechanisch verdrängt werden; so zwar, dass um beyde Platten gleichsam nur eine aber intensivere und gleichförmige elektr. Atmosphäre gebildet wird; die also einen gewissen Theil des elektr. Fl. abzugeben fähig ist. — Im zweyten Falle dagegen wird die eben erwähnte gemeinschaftliche und gleichförmige Atmosphäre bey dem Auseinanderreissen der Platten gleichfalls in zwey beyläufig gleich grosse Hälften zerrissen: daher denn auch die beyden Platten, vermöge ihrer verschiedenen Capacität für das elektr. Fl. ungleich befriedigt sind, und aus diesem Grunde die eine + die andere — El. zeigen muss. Für diese Ansicht spricht aber auch die Erfahrung, dass dieser Unterschied nicht bemerkt wird, wenn man die Platten nur langsam auseinander nimmt; weil in solchem Falle das elektr. Fl. Zeit findet, sich auf den sich trennenden Platten der beyderseitigen Capac. entsprechend zu vertheilen. — Bey solchen Versuchen ergeben sich aber immer nur sehr geringe, kaum durch die empfindlichsten elektroskopischen Werkzeuge (§. 355) wahrnehmbare Differenzen; wahrscheinlich aus dem Grunde, weil auch bey der schnellsten Trennung der aus Leitern geformten Platten noch die der Capacität entsprechende Vertheilung grösstentheils erfolgen kann. — Auf solchem Wege elektr. Fl. gewinnen zu wollen, wäre daher vergebliche Mühe. (*)

§. 355. Bey weitem erfolgreicher ist dagegen das Resultat, wenn man auf Nichtleitern ungleiche elektr. Atmosphären erzeugt, und diese Störung auf Leiter überträgt:

denn die Nichtleiter werden die vollständige Wiederherstellung des Gleichgewichtes hindern, während die Leiter die Aufsammlung des elektr. Ueberschusses gewähren.

Ein Apparat zu dieser Absicht entstehet, wenn man die früher (§. 343) erwähnte verticalstehende Glastafel, statt den beyden Zinnblättern, mit zwey messingenen Scheiben *a* und *b* belegt; die aber nicht aufgekittet werden, sondern mittelst isolirenden gläsernen Handgriffen, und passender mechanischer Vorrichtung, nach Belieben in horizontaler Richtung an die Glastafel angeschoben, und wieder abgezogen werden können. — Soll dieser Apparat zur Wirksamkeit gebracht werden, so wird zuerst der unbelegten Glastafel auf der Seite *a* elektr. Fl. zugeführt, während die entgegengesetzte Fläche *b*, mit der Hand oder einem andern Ableiter in Verbindung stehet (§. 343). Die Folge wird nun die seyn, dass die Glastafel auf der Seite *a* eine zweymahl so grosse elektr. Atm. erlangt, während die natürlich elektr. Atm. von *b* entweichet, im Ganzen also die Tafel immer noch so viel elektr. Fl. behält, als ihrer Capac. entspricht, und vor der Störung da gewesen ist (§. 343). — Es werden sodann ferner die beyden Messingscheiben *a* und *b* an die Glastafel angeschoben. Die Folge wird nun wieder die seyn, dass zwar, weil die Messingscheiben natürlich elektr. Atm. besassen, im Ganzen mehr elektr. Fl. vorhanden ist, aber eben weil auf beyden Seiten ein gleicher Zuwachs Statt gefunden hat, immer noch auf der Seite *a* Ueberfluss, auf der Seite *b* hingegen Mangel vorwalten wird. — Es werden endlich die beyden Messingplatten *a* und *b* mit den Händen berührt, oder sonst durch einen Leiter vereinigt, um auf beyden Seiten das Gleichgewicht herzustellen. Die Folge wird nun endlich die seyn, dass zwar elektr. Fl. von der Seite *a* auf die Seite *b* übergehen, und das Gleichgewicht herstellen wird; aber dieses wird nicht von der doppelt starken Atmosphäre des Glases kommen, weil dieses ein Nichtleiter

ist, sondern von der Messingscheibe *a*, die ein Leiter ist. Die Scheibe *a* wird daher — elektrisch werden, und also sehr natürlich die Scheibe *b* + elektrisch, weil sie das übergegangene elektr. Fl. empfangen hat. — (*)

Der Apparat ist nun zum Gebrauche fertig, und kann eben so gut dienen, andern Körpern elektr. Fl. mitzutheilen, als es denselben zu entziehen.

Soll das erstere geschehen, so braucht man nur die Scheibe *a* durch einen Leiter (Kette oder Draht) mit dem Erdball zu verbinden, und hierauf die Scheibe *b* abzuziehen. Dabey wird die Scheibe *b* ihren ganzen Ueberfluss mitnehmen, während auf der Seite *a* so viel elektr. Fl. aus dem Erdball angezogen wird, als zur Befriedigung der Capac. des ganzen Plattenapparates erforderlich ist. Die abgezogene Scheibe *b* wird also fähig seyn, bey der Annäherung elektr. Fl. in Gestalt eines Funkens abzugeben. — Schiebt man sodann die Scheibe *b* neuerdings an die Glasplatte an, so wird zwar allerdings auf der Seite *b* Mangel vorwalten; allein derselbe lässt sich auch alsbald wieder durch Annäherung eines mit der Erde verbundenen Leiters ersetzen; denn es wird sogleich aus diesem Leiter das fehlende elektr. Fl. auf die Scheibe *b* fallen, und gleichzeitig das früher Aufgenommene aus der Scheibe *a* wieder in die Erde zurück gehen. — Es ist nun Alles im ursprünglichen Zustande, und man wird folglich die Scheibe *b* neuerdings abziehen, und daraus Funken erhalten, und diess so oft man will wiederholen können. (*)

Soll im Gegentheil andern Körpern elektr. Fl. entzogen werden, so wird auch diess geschehen können, wenn man umgekehrt manipulirt; so zwar, dass die Scheibe *b* mit dem Erdball in leitende Verbindung gesetzt, und hierauf die Scheibe *a* abgezogen wird: denn diese wird nun — elektrisch seyn; sie wird folglich jedem genäherten Körper elektr. Fl. in Gestalt eines Funkens entziehen, und also, wenn sie wiederholt an die Glastafel geschoben wird,

einem genäherten Körper einen Funken abgeben müssen u. s. w. u. s. w. (*)

[Alle diese Vorgänge beruhen aber, wie leicht einzusehen, auf dem Umstande: dass die Glastafel ihre einseitige Ladung festhält, und dass das ganze Plattenaggregat nicht nur eine bestimmte Capacität für das elektr. Fl. besitzt, sondern zugleich vermöge seiner Anziehung zum elektr. Fl. eine gleichförmige Vertheilung desselben auf beyden Seiten zu bewirken strebt. — Auch ist es klar, dass man dabey das elektr. Fl. nicht erzeugt, sondern durch oft wiederholte Störung des Gleichgewichtes nur gleichsam dem Erdballe entlocket; oder, wenn umgekehrt manipulirt wird, andern Körpern entziehet, und dem Erdballe zuleitet.

Dass übrigens die hier gegebene Theorie die richtige sey, kann vollkommen erwiesen werden, wenn man die Glastafel zwischen den beyden Messingscheiben herausnimmt und umgekehrt wieder einsetzt: denn der Apparat wird hierauf umgekehrt wirken, und diess wird auch so oft wieder geschehen, als jene Tafel gewendet wird. (*)

Die hier beschriebene Vorrichtung ist daher die allerwichtigste, aus allen elektr. Geräthschaften: denn sie bildet den *Typus aller Maschinen zur Gewinnung des elektr. Fl.*, und zugleich das *Mittel, die elektrische Theorie consequent durchzuführen, und mit Experimenten zu belegen.*

Dieser *elektr. Tafelapparat* kann auch zu einer höhern Wirksamkeit gesteigert werden, wenn man ihn vervielfältigt; indem man mehrere Tafelaggregate der beschriebenen Art auf ein gemeinschaftliches Gestelle befestiget, und eine mechanische Vorrichtung hinzufüget, mittelst welcher nach Bedürfniss, entweder alle Scheiben *a*, oder alle Scheiben *b* gleichzeitig verschoben, und die Funken aller gesammelt werden können. (*)

[Eine Abart dieses Aparates, oder vielmehr die eine Hälfte desselben, ist der sogenannte *Elektrophor*. Derselbe bestehet aus einer tellerförmigen Metallplatte (das *Becken*, die *Form*, die *Unterscheibe* oder *Basis*), in welche geschmolzenes Harz (der *Kuchen*) eingegossen, und nach dem Erkalten eine mittelst gläserner Handhabe isolirte Metallscheibe (der *Deckel*

oder die *Oberscheibe*) darauf gestellt wird. In Wirksamkeit kommt dieser Apparat, wenn man den Deckel desselben abhebt, und nachdem man dem Harzkuchen durch Peitschen mit einem Fuchsbalg elektrisches Fl. entzogen hat, wieder aufsetzt, und zugleich die Unterscheibe durch einen Leiter mit dem Erdball verbindet: denn man erhält nun von dem abgehobenen Deckel Funken u. s. w., genau so, wie es mit der vorhin beschriebenen Messingscheibe *b* geschah. Die Theorie dieser Erscheinungen wird sich auch von selbst ergeben, wenn man bedenkt, dass hier, wie beym elektr. Tafelapparate, ein Nichtleiter (der Harzkuchen) mit zwey Metallplatten belegt ist, und alles auch hier gilt, was vom Tafelapparate angeführt wurde: mit der einzigen Ausnahme jedoch, dass andern Körpern das elektr. Fl. nicht auf solche Art wie mit dem Tafelapparat entzogen werden kann; weil sich die Unterscheibe nicht abheben lässt.

Eine andere Abart des Tafelapparates ist der sog. *elektrische Condensator;* dieser bestehet aus zwey sehr glatten Scheiben von Messing; deren eine *a*) horizontal mittelst eines gläsernen Fusses aufgestellt ist, während die andere *b*) mit einem gläsernen Handgriffe versehen wird. Bey der Anwendung wird die untere Scheibe *a* zuerst durch einen Leiter mit der Erde verbunden, dann werden drey kleine kaum erbsengrosse Glaskügelchen in gleichen Abständen auf dieselbe gelegt, und zuletzt wird die andere Scheibe *b* darauf gesetzt. Der Apparat gleichet also ebenfalls dem oben beschriebenen elektr. Tafelapparat; mit dem Unterschiede jedoch, dass der zwischen den beyden Metallscheiben befindliche Nichtleiter weder Glas noch Harz ist, sondern aus einer dünnen Luftschichte bestehet: was aber eben die grosse Empfindlichkeit dieses Apparates erzeugt. — Soll nun ein Versuch gemacht werden, so wird der auf elektr. Fl. zu prüfende Körper, oder die in chemischer Action begriffene Mischung und dgl. durch einen Draht mit der obern Scheibe *b* eine Zeitlang in Verbindung gesetzt, dann aber der Draht wieder entfernt, und hierauf der Deckel *b* abgehoben, und der Spitze eines empfindlichen Goldblattelektrometers nahe gebracht; wobey sich auch sehr geringe elektrische Differenzen durch die Divergenz der Goldblättchen manifestiren werden.

Auf dem Prinzip des Tafelapparates scheint endlich auch die Wirksamkeit der *Zambonischen Säulen* zu beruhen, die im Wesentlichen entstehen, wenn man nach Art der *Volta'*schen Säule (§. 308), 1 ½ Zoll grosse Platten von unechtem Goldpapier auf

der Rückseite mit einer Mischung aus Honig und Braunstein überstreicht, dann nach dem Trocknen Tausende solcher Platten, alle mit der metallischen Seite nach einer Richtung, auf einander leget, fest presset, in eine gläserne Röhre einschiebt, und diese unten mit einem messingenen Fusse, oben mit einem solchen Knopfe verschliesset. Solche Säulen geben eine sehr schwache, aber oft Jahrelang andauernde Wirkung. — Stellet man zwischen zwey dieser Säulen eine sehr leicht bewegliche metallische Nadel, so wird sie von den obern Knöpfen der Säulen abwechselnd angezogen, und wieder abgestossen, so lang die Wirksamkeit der Säulen fortdauert.]

§. 356. Analog der hier erwähnten, durch Berührung heterogener Körper veranlassten Erscheinungen, sind auch diejenigen welche durch Reibung entstehen; denn jede Reibung ist, wie leicht einzusehen, eine oft wiederholte Berührung des reibenden mit allen Puncten des geriebenen Körpers. Der Effect muss daher auch bey gleich grossen Körpern um so grösser seyn, je öfter die durch die Reibung berührten Stellen wechseln, und je differenter die geriebenen Körper sind: und immer wird von zwey geriebenen, und wieder von einander entfernten Körpern, in Folge der verschiedenen Capacität derselben, einer + der andere — elektrisch seyn. — Es versteht sich aber von selbst, dass, wenn man dabey an Leitern einen Ueberschuss oder Mangel des elektr. Fl. erzeugen wollte, diese isolirt seyn müssten; weil sonst die Störung des Gleichgewichtes nicht möglich wäre (§. 337). — Nichtleiter hingegen isoliren sich selbst, und diese sind es folglich, an welchen die elektr. Erscheinungen zuerst entdeckt werden mussten: wesswegen man sie auch *an sich elektrische Körper* genannt hat; im Gegensatz der Leiter, die man, weil sie durch Reiben nicht elektrisch wurden, *nicht elektrische Körper* nannte. — Man bewirkt übrigens die Störung des elektr. Gleichgewichtes gewöhnlich durch Reibung der Nichtleiter, an welchen das elektr. Fl. länger haftet, oder, wenn es denselben entzogen wurde, nicht leicht wieder ersetzt wird, und also auch die Störung leichter wahrzunehmen ist.

Ein Beyspiel für diese Angaben ergibt sich, wenn mit einem Wollentuch einmahl eine Glasröhre, und einmahl ein Zylinder von Harz (oder Siegellack oder Schwefel) gerieben wird.

Die geriebene Glasröhre wird + elektrisch seyn, weil sie das elektr. Fl. stärker anzieht als die Wolle. Sie wird daher auch ein an einem Seidenfaden hängendes also isolirtes Hollundermarkkügelchen anziehen, und wieder abstossen, indem sie demselben elektr. Fl. mittheilt. — Das geriebene Harz hingegen wird — elektrisch seyn, weil es das elektr. Fl. weniger anzieht als die Wolle. Es wird daher ebenfalls ein isolirt hängendes Hollundermarkkügelchen anziehen, und demselben elektr. Fl. rauben. Das Kügelchen wird auch scheinbar abgestossen werden, weil es die Luft umlagert (§. 339). Das aber wirklich im ersten Falle das Kügelchen + im zweyten hingegen — elektrisch geworden sey, wird der Versuch lehren, wenn man jene beyden Kügelchen einander nahe bringet; denn sie werden sich sogleich begierig anziehen, eben weil das eine + das andere — elektrisch ist.

[Durch Berühren, Zusammendrücken, oder Reiben, werden im Grunde alle Körper nach Umständen + oder — elektrisch, nur entgehet diese Erscheinung meistens der Aufmerksamkeit, weil sie gewöhnlich sehr schwach ist. — Eine Korkscheibe wird + elektr. wenn sie mit Caoutchouc, Bernstein, Steinkohle und s. w. zusammengedrückt wird; dagegen aber negativ mit Flussspath, getrockneten thierischen Substanzen u. s. w. Ja selbst auch zwey Stücke derselben Substanz erleiden schon eine Störung, wenn eines wärmer ist als das andere. — Trockenes kleesaures Calciumoxyd wird schon durch Umrühren mit einem Glas- oder Platinstabe sehr elektrisch. — So wie durch Zusammenfügen zweyer Körper das elektr. Gleichgewicht gestört wird, so auch durch Trennung. Werden die Blättchen eines Glimmerkrystalls schnell von einander gerissen, so erscheint das eine + das andere — elektrisch. Dasselbe geschieht auch wenn mit Kleister oder Firniss zusammengeklebte Papierblätter auseinander gerissen werden, u. s. w.]

Auf dem Prinzip der Reibung beruhte endlich auch die *älteste Elektrisirmaschine*, die im Wesentlichen folgende Einrichtung hatte. Eine Kugel, eine Scheibe oder Walze von Glas, wurde mittelst einer Achse und Kurbel schnell umgedreht, und entweder mit der daran gehaltenen flachen Hand oder mit einem Reibzeuge von Leder, Wolle u. s. w. gerieben, und endlich durch metallische Leiter das elektr. Fl. aufgesammelt. Eine solche Maschine konnte aber nur sehr schwache Wirkungen geben, und erhielt nur spät diejenige Fähigkeit, die man in unserer Zeit daran bewundert (§. 358).

ββ) *Entstehung und Gewinnung des gem. elektr. Fl. durch Zersetzung der atm. Luft oder des Oxygengases.*

§. 357. Aus dem Oxygengas kann elektr. Fl. gebildet werden, wenn es dergestalt tumultuarisch zersetzt wird, dass ein niedrigeres Oxygenaräoid entstehet, und dabey auch ein Theil des Aräons und Oxygens in dem der Zus. des elektr. Fl. entsprechenden Verhältnisse übrig bleibt. Diess geschieht aber vorzugsweise, wenn das Oxygengas mit solchen Metallen zusammen gerieben wird, die sehr geneigt sind, mit einem niedrigern Oxygenaräoid basische Oxyde zu erzeugen. Da jedoch die sehr verschiedene Aggregatsform der Metalle und des Oxygengases das Zusammenreiben sehr erschweren; so wird es nothwendig, die Metalle in einen solchen Zustand zu versetzen, dass sie sich pulvern lassen, und überdiess noch einen dritten Körper hinzuzufügen: welcher das Metallpulver zu einem geschmeidigen Continuum vereinigen kann, und zugleich eine grosse Anziehung zu den Luftarten besitzt; damit das Oxygengas adhärirend in die Reibung hineingezogen werde. Für den ersten dieser Zwecke kann man daher ein Amalgam aus mehreren Metallen anwenden, welches sich durch seinen geringen Zusammenhang zum Pulvern eignet; für den zweyten dient ein Zusatz von Fett, welchem bekanntlich die Luft gar sehr adhärirt. (*)

Man nehme sonach z. B. ein gepulvertes Amalgam aus 1 Th. Zinn, 1 Th. Zink und 2 Th. Mercur, und reibe es in einer glatten gläsernen Reibschale unter Berührung der atmosphärischen Luft mit etwas Fett kräftig ab. Es wird alsbald elektr. Fl. durch Zersetzung des atmosphärischen Oxygens entstehen, und an der innern Oberfläche der Reibschale haften, und durch einen Zuleiter sich am Elektrometer als solches bewähren. (*)

[Geschieht das Reiben mittelst eines gläsernen Pistills in einer metallenen durch Glas isolirten Reibschale, die durch einen Draht mit dem Elektrometer verbunden ist, so zeigt sich der Erfolg viel auffallender.]

Noch ausgiebiger aber wird der Versuch ausfallen, wenn man das mit Fett abgeriebene Amalgam (oder etwas Musivgold) auf einen Lederlappen streichet, und mit diesem eine dicke Glasröhre reibt. Die Glasröhre wird dabey eine so starke elektr. Atm. erlangen, dass sie Korkkügelchen, Papierschnitzchen und andere leichte Körper schon aus einiger Entfernung anzieht und wieder abstösst, und sogar wenn sie an allen Puncten von dem Leiter berührt wird, eine kleine Ladungsflasche laden kann.

§. 358. Am höchsten endlich wird die Wirksamkeit gesteigert, wenn man das hier erörterte Princip in Gestalt der *neueren Elektrisirmaschine* zur Anwendung bringet; deren Construction wesentlich in Folgendem bestehet. — Ein *gläserner Körper* (Kugel, Walze oder Scheibe) wird (wie §. 356) mittelst einer Kurbel zum Drehen um die eigene Achse eingerichtet. An der einen Seite wird zum Reiben des Glaskörpers das *Reibzeug* vorgerichtet, welches aus einem etwas elastischen Polster besteht, den man auf der innern Seite mit Leder belegt, und auf diesem letztern mit der Mischung aus Amalgam und Fett bestrichen hat, während er zugleich mittelst einer Kette mit dem Erdball leitend verbunden ist. Dicht an diesem Reibzeuge ist ferner der *Mantel* befestiget: eine Hülle von Wachstafft,

welche den Glaskörper in der Richtung seiner Drehung bis zum halben Umkreise bedeckt. Dort, wo der Mantel endet, wird ferner der sogenannte *erste isolirte Leiter* oder *Conductor* applicirt: ein grosser, gewöhnlich cylindrisch geformter hohler Körper von Messingblech; welcher auf einem gläsernen Fusse ruhend, oder in seidenen Schnüren hängend, isolirt, an allen seinen Theilen wohl abgerundet, und nur an dem dem Glaskörper zugewendeten Ende mit einigen Spitzen oder schneidenden Theilen, den sogenannten *Saugern*, versehen ist. An dem von dem Glaskörper entferntesten Ende des Conductors endlich wird das *Quadranten-Elektrometer* aufgesetzt: ein an einer kleinen Säule befestigter Gradbogen, in dessen Centrum ein am Ende ein Hollundermarkkügelchen tragender Strohhalm dergestalt angebracht ist, dass er sich wie ein Zeiger, aber sehr leicht, über alle Grade bewegen kann.

Die Theorie dieser Elektrisirmaschine ist complicirter als man glauben möchte, weil sie auf zwey Principien beruhet; indem damit zugleich, wie bey der ältern Elektrisirmaschine (§. 356), und wie bey der Zersetzung des Oxygengas operirt wird (§. 357).

In ersterer Beziehung wird durch Reibung und daraus folgende Störung zwar auf dem Glaskörper elektr. Fl. angehäuft (§. 356); aber es würde nicht an den Conductor übergehen können, wenn nicht gleichzeitig durch den Leiter des Reibzeuges in diesem der Abgang sogleich aus dem Erdballe ersetzt, und somit die Capacität des ganzen Aggregats befriediget würde (§. 343).

In zweyter Beziehung dagegen wird zugleich durch die Reibung des Amalgams mit der Luft das Oxygengas zersetzt, und elektr. Fl. an dem Glaskörper angehäuft. Diess könnte aber nicht in dem Maasse geschehen, als es wirklich geschieht, wenn nicht die elektr. Atm. des Reibzeuges durch dessen Ableiter an den Erdball zurückwiche, und dadurch die Capacität des Glaskörpers freyen

Spielraum erhielte. Auch würde eben so das elektr. Fl. von andern Stellen des Glaskörpers nicht in dem Maasse, als es geschieht, an den Conductor übergehen können, wenn nicht durch den Zuleiter dem Reibzeuge Ersatz gegeben, und das der Capacität des ganzen Aggregats entsprechende Gleichgewicht wieder hergestellt werden könnte. (*)

In beyden Beziehungen ist endlich die Bestimmung des Conductors die, dem elektr. Fl. eine grosse leitende Fläche darzubiethen; damit es sich sammeln, und von dem Conductor auch auf andere Körper übergeleitet, mitgetheilt werden könne.

[Zuweilen erhält der Conductor wohl auch eine entgegengesetzte Bestimmung, wenn man nähmlich mit Hülfe desselben andern Körpern elektr. Fl. *entziehen* will. In diesem Falle wird der Conductor mit der Erde leitend verbunden, die Verbindung des Reibzeuges hingegen aufgehoben, und die ganze Maschine auf Glasstäben isolirt. Wird sie sodann in Bewegung gesetzt, und die Hand dem Reibzeuge genähert, so entstehen wieder Funken, weil das Reibzeug aus der Hand elektr. Fl. empfängt, während dasselbe auf der andern Seite durch den Conductor der Erde zugeleitet wird (§. 355.)]

Das Elektrometer endlich hat die Bestimmung, die jedesmahlige Ladung des Conductors relativ anzuzeigen; indem das Hollundermarkkügelchen von der elektr. Atm. des Conductors um so mehr abgestossen wird, je grösser dieselbe ist, und daher die Differenz durch den Strohhalm auf dem Gradbogen bemerklich wird.

Eine solche Elektrisirmaschine hat nun allerdings eine viel grössere Wirksamkeit als die älteste Art derselben (§. 356); aber sie behält diese auch nur so lange, als sie in Oxygen enthaltender Luft benutzt wird, und im Amalgam die leicht oxydirbaren Metalle noch nicht oxydirt sind. Daher leistet dieselbe in Hydrogengas eingeschlossen nicht mehr Wirkung, als die ältere Maschine; daher wird ihre Wirksamkeit neu belebt, wenn von den Reibzeugen das bereits oxydirte Amalgam abgeschabt, und ein neues aufgestrichen wird. (*)

[Diese Beschreibung gilt für das Wesentliche der Elektrisirmaschine. Die meisten Maschinen werden aber jetzt an zwey verschiedenen Puncten des Glaskörpers mit Reibzeugen versehen, und es ist klar, dass sie sodann auch zwey Mäntel erhalten müssen, und zugleich der Conductor in zwey Arme ausläuft, die mittelst zwey Saugern das elektr. Fl. aufnehmen können.]

γ) *Zersetzung des gem. elektr. Fluidums.*

§. 359. Das gem. elektr. Fluidum ist fast eben so zersetzbar als das galv. elektr. Fl., und erzeugt in einigen Fällen noch auffallendere Erscheinungen als dieses; weil es durch seinen grössern Aräongehalt viel beweglicher ist. Es wird auch eben so zersetzt *a*) durch Verdünnung, und *b*) durch Verdichtung.

a) Die *Verdünnung* des gem. elektr. Fl. wird bewirkt, wenn man dasselbe in eine luftleer gemachte, also bloss mit Aräon gefüllte (§. 204) gläserne Röhre einströmen lässt. Diese Röhre ist zu dem Ende an beyden Enden mit metallenen Kapseln versehen, von welchen im Innern der Röhre zwey gegeneinander gerichtete Metallspitzen auslaufen. Lässt man auf die eine dieser Kapseln einen elektr. Strom oder elektr. Funken fallen, während die andere durch einen Leiter mit der Erde verbunden ist, so gehet von jedem Funken, sobald er ins Innere gelangt, ein Theil in ein so grosses Volumen Licht über, dass die ganze Röhre davon erfüllt wird. Diese Erscheinung beruht also offenbar auf der Verbindung des elektr. Fl. mit mehr Aräon, und die Farbe des Lichtes ziehet auch um so mehr vom Violetten ins Gelbe und Rothe, je grösser die Röhre ist, je mehr folglich Aräon dargebothen wird. Für diese Ansicht spricht auch die Erfahrung, dass die Lichtentbindung zunimmt, wenn man die Röhre erhitzt. (*)

[Aehnliche Lichtentbindun g findet auch im luftleeren Raume des Barometers Statt, wenn man durch Beweguug desselben das

Mercur schnell steigen und fallen lässt; denn durch Reibung des Mercurs mit dem Glase entstehet im leeren Raume elektr. Fl., welches beym Fallen des Mercurs in Licht übergehet. — Als *Davy* siedendes Mercur im leeren Raume des Barometers schüttelte, sah er selbst bey Tage elektr. Funken. *D.* fand auch, dass das Licht verschieden gefärbt war, wenn man sich verschiedener Flüssigkeiten als Sperrmittel bediente; was indessen durch die Verbrennung des höchst fein vertheilten Sperrmittels im Raume zu erklären ist. So war z. B. über siedender Antimonbutter, wenn elektr. Funken durchgelassen wurden, das Licht lebhaft weiss, bey siedendem Olivenöhl roth ins Purpurne.]

Eben so werden aber durch Erhitzung auch die elektr. Atmosphären vieler festen Körper in Licht zersetzt; daher denn das Leuchten bey fortgesetzter Erhitzung auch nur eine zeitlang andauert, nähmlich so lange, bis das elektr. Fl. consumirt ist.

b) Die *Verdichtung* des gemeinen elektr. Fl. kann erzweckt werden *aa*) durch den Druck der Atmosphäre; *bb*) durch mechanische Einschränkung mittelst eines Nichtleiters; *cc*) durch den Druck der Atm. und feuchter Leiter zugleich; *dd*) durch den Druck der Atm. und die Attraction dichterer Körper zugleich.

aa) Die Verdichtung durch den Druck der Atm. erfolgt (§. 347), wenn man das elektr. Fl. von einem Leiter auf den andern überschlagen lässt. Es wirkt in solchen Fällen meistens wie verdichtetes Aräon (§. 215), ohne selbst eine wesentliche Veränderung zu erleiden. Ob es nicht auch zuweilen dabey selbst zersetzt werde, ist zwar noch nicht erwiesen, aber höchst wahrscheinlich.

bb) Die Verdichtung des elektr. Fl. durch mechanische Einschränkung mittelst Nichtleitern bewirkte *Boujol*, als er elektr. Funken durch eine sehr enge Glasröhre schlagen liess. Er zersetzte dadurch das Kaliumoxydhydrat und das muriumsaure Silberoxyd wie mit der galv. Batterie. Es scheint also, dass dabey das gemeine in galv. elektr. Fl. überging (Bibl. univers. 1830 Tom. XLV. 213).

cc) die Verdichtung mittelst feuchten Leitern bewirkte *Faraday*, indem er gem. elektr. Fl. durch feuchte Leiter strömen liess. Die Wirkung war sodann, sowohl bey der Zersetzung der Salze, als auf Zunge und Auge, ja selbst der Funke, so wie bey dem galv. elektr. Fluidum, welches also hier entstanden zu seyn scheint (*Pogg* Ann. XXIX, 290—294).

dd) Durch den Druck der Atmosphäre und die Attraction dichterer Körper zugleich geschieht die Verdichtung des elektr. Fl., wenn man die Entladung einer elektr. Flasche oder Batterie in der Atmosphäre über einen metallenen Leiter geschehen lässt; indem man das eine Ende desselben mit der äussern Belegung verbindet, am anderen hingegen eine kleine Kugel befestiget, und diese der Kugel der innern Belegung nähert. — Der Erfolg ist, wie beym galv. elektr. Fl. (§. 313, *b*) verschieden, je nachdem jener Leiter mehr oder weniger Masse hat.

aaa) Geschieht die Entladung durch einen verhältnissmässig starken und dichten Leiter (Metallstreifen oder Draht), und ist derselbe auch sehr lang, so kann es geschehen, dass unter Ausscheidung von Aräon, aus dem gem. elektr. Fl. galv. elektr. Fl. wird. — *Barry* liess einen Drachen steigen, dessen Schnur einen doppelten Golddraht enthielt, und mit verschiedenen Flüssigkeiten in Verbindung gesetzt wurde. Es zeigte sich dabey, dass z. B. das Wasser und das schwefels. Sodiumoxyd genau so, wie durch galv. Batterien zersetzt, und also ohne Zweifel galv. elektr. Fl. gebildet wurde. — *Boujol* bewirkte dasselbe durch einen Blitzableiter (*Pogg.* Ann. XXVII, 478; XXIX, 300, 302).

Das gem. elektr. Fl. kann aber sogar bis zu magnetischem Fluidum verdichtet werden, wenn man bey

der Manipulation die Geschwindigkeit seiner Bewegung hemmt. —

[Dr. *Grohmann* verband den Conductor einer Elektrisirmaschine mit dem einen, das Reibzeug mit dem andern Ende der Spiraldrähte, mit welchen ein eisernes Hufeisen, wie man es zur Darstellung künstlicher Magnete verwendet (§. 313 *b, aa*), umwunden war, und liess die Maschine anhaltend bewegen. Es zeigte sich bald, dass das Hufeisen ein als Anker vorgelegtes Eisenstäbchen trug. — Nach *Dove* lässt sich weiches Eisen durch gem. elektr. Fl. bedeutend magnetisiren, wenn man es vorher durch einen feuchten Leiter gehen lässt, oder auf andere Weise verlangsamet (*Pogg.* Ann. XXIX, 461).]

bbb) Geschieht hingegen die Entladung durch Leiter, die verhältnissmässig zur Grösse der Ladung wenig Masse haben (dünne Drähte oder Metallblättchen); so erfolgt das Glühen der letzteren aus denselben Ursachen und auf gleiche Weise, wie beym galv. elektr. Fl. (§. 313, *b, bb*): doch ist dieser Versuch schwer zu treffen, weil er sehr leicht in den folgenden ausartet.

ccc) Geschieht endlich die Entladung durch einen noch dünneren Leiter, bey grösseren Batterien durch sehr feine Drähte, bey kleineren durch geschlagene Metallblättchen; so erfolgt die Verbrennung eben so und mit gleichem Resultate, wie beym galv. elektr. Fl. (§. 310, *aaa*), indem das elektr. Fl. zersetzt, und unter Wärme- und Lichtentbindung die Leiter, oder denselben nahe liegende brennbare Substanzen anderer Art mit dem niedrigeren Oxygenaräoid verbunden werden.

[Wird ein langes Blättchen von geschlagenem Golde zwischen zwey Glastafeln dergestalt eingelegt, dass die zwey Enden auf beyden Seiten hervorragen, und verkittet man die Glastafeln rundherum sorgfältig, damit die Luft abgehalten werde, und entladet man endlich durch das Goldblättchen eine starke Leydner Flasche; so wird man das Gold augenblicklich mit grünem Lichte zu Goldoxydul verbrennen sehen: was ohne Zweifel auf Kosten des elektr. Fl. geschieht. — Eben so verbrennt durch

die Entladung einer starken Batterie ein dünner Eisendraht, wenn er in Hydrogengas eingeschlossen ist, mit glänzender Lichterscheinung zu Eisenoxyduloxyd; wobey also das Oxygen durchaus nur aus dem elektr. Fl. genommen werden musste.

Im luftleeren Raume gelingen solche Verbrennungen nicht, und es wird dabey höchstens das Metall geschmolzen, und in kleine Kügelchen zerstreuet; weil sich das elektr. Fl. augenblicklich zu sehr ausdehnen kann.

Werden diese Verbrennungen endlich in der atmosph. Luft vorgenommen, so ist der Versuch nicht mehr rein; weil das glühende Metall sodann auch auf Kosten des atmosph. Oxygens verbrennt.

Andere brennbare Substanzen, wie z. B. Feuerschwamm, gepulvertes Harz, Schwefel, werden entzündet, wenn ein starker Funke hindurch geht; aber es müssen diese Versuche nun auch in differenten Gasarten vorgenommen werden, um zu entscheiden, ob jene Körper auf Kosten des elektr. Fl. verbrennen, oder ob dieses nur wie Aräon gewirkt hat. — Eben so wird Weingeist, Aether, Hydrogengas und Knallgas entzündet. — Wasser wird durch elektr Schläge zum Theile verdampft.]

ee) Die Verdichtung kann ferner durch Vermittelung chemischer Anziehung auch so weit gehen, dass dasselbe in Oxygengas umgewandelt, und mit andern Gasarten verbunden wird (s. die Functionen des Azots). — Auch sind einige Körper fähig, das elektr. Fl. durch die chemische Verwandtschaft des zweyten Grades, unter Ausscheidung von Aräon bis zu magn. Fl. zu verdichten; so z. B. das Eisen (§. 298).

ff) Die Zersetz. des elektr. Fl. durch Verdichtung erfolgt endlich auch im thierischen Organismus, und ist ohne Zweifel die Quelle, aus welcher die Bildung so vieler oxydirter Substanzen, und die Erwärmung in thierischen Organismen hervorgehet (s. d. Chemie der org. Natur).

δ) *Wirkung des gem. elektr. Fl. auf unorganische Körper.*

§. 360. Die Wirkung des gem. elektr. Fl. auf andere Körper kann mechanisch oder chemisch seyn.

Die *mechanische* Wirksamkeit des gem. elektr. Fl. ist unbeschreiblich gross; denn in gehörigem Maasse angewendet, widersteht derselben vielleicht keiner unter allen Körpern, sobald der elektr. Schlag in verticaler Richtung auf seine Oberfläche fällt.

[Man bewirkt dieses, wenn ein Körper zwischen die beyden Leiter gebracht wird, durch welche eine elektr. Batterie sich entladet; so dass also der Ueberfluss der einen Belegung durch den Körper hindurch auf die andere übergeht. — Der früher (§. 347) beschriebene Apparat *Biot's* ist zu solchen Versuchen sehr zweckmässig; nur muss man die beyden Leiter dabey gerade einander gegenüber stellen. Auf solche Art durchbricht das elektr. Fl., z. B. Pappe oder Kartenblätter, Holz, Glas u. s. w.; aber der Erfolg ist verschieden bey verschiedenen Substanzen. Glas wird an der durchbrochenen Stelle als feines Pulver herausgeworfen, weil alle seine Theilchen von gleichem Gefüge sind. Holz wird in Splitter zerrissen, weil es aus ungleichen Theilen, nähmlich aus festern und minder festen Fasern besteht. Die Pappe reisset auf solche Weise, dass auf beyden Flächen ein faseriger Wulst aufgeworfen wird; ohne Zweifel, weil im Innern der Pappe, die, wie das Holz, hinreichend porös ist, um dem elektr. Fl. den Durchgang zu gestatten, durch das elektr. Fl. eine Gasification der Feuchtigkeit, oder auch zersetzter Theile erfolgt, und daher nach allen Seiten die Explosion. — Ueberzieht man einen Leitungsdraht mit Siegellack bis an die beyden Enden, und entladet hierauf denselben durch eine hinreichend starke Batterie, so wird das Siegellack in lauter Trümmer abgeworfen.]

Durch dieses Verhalten unterscheidet sich das gemeine elektr. Fl. wesentlich vom galv. elektr. Fl., und dieser Unterschied ist ohne Zweifel im grösseren Aräongehalt des erstern, und der daraus folgenden grösseren Spannbarkeit und Elastizität gegründet.

§. 361. Die *chemische* Wirksamkeit des gem. elektr. Fl. hat die grösste Analogie mit der des galv. elektr. Fl., bis auf jene Differenzen, die aus der grösseren Spannbarkeit des erstern entspringen. Die Erfolge sind auch wieder verschieden, je nachdem das gem. elektr. Fl. dabey selbst

zersetzt wird oder nicht; indem es im ersten Falle dem Oxygengas, im zweyten hingegen dem Aräon analog wirket.

§. 362. Jene Fälle, in welchen das gem. elektr. Fl. gleich dem Oxygengas wirkend auftritt, wurden im Vorigen (§. 359 *a*, *b*, *dd*, *ccc*) bereits angezeigt; hier sind also noch diejenigen nachzutragen, in welchen es die Functionen des Aräons übernimmt: die aber auch wieder zweyerley sind, je nachdem es, ohne selbst zersetzt zu werden, chemische Verbindungen veranlasset oder zersetzt.

§. 363. Die *Vereinigung* anderer Körper zu energisch-chemischen Verbindungen veranlasset das gem. elektr. Fl. ganz wie das galv. elektr. Fl. und wie das Aräon; indem es, eben wie das Aräon, die Cohäsion jener Körper so lange vermindert, oder die Ausdehnungsart so lange verändert, bis ihre Atome zur gegenseitigen Vereinigung gelangen. Auf solche Art entstehet, z. B. wenn Funken hindurch schlagen, aus der atmosph. Luft Azotsäure, aus einem Gemenge von Hydrogen- und Oxygengas (mit heftiger Detonation), Wasser.

[*Faraday* hat nachgewiesen, dass allemahl, wenn ein elektr. Funke durch die atm. Luft fährt, ein Theil derselben in Azotsäure übergeht, und dass aus diesem Grunde elektr. Funken auf feuchtem Lackmuspapier, Röthe erzeugen. Als derselbe anhaltend durch die Luft elektr. Funken auf mit Kaliumoxydhydrataufl. befeuchtetes Lackmuspapier fallen liess, so wurde es endlich in *Zündpapier* (mit azots. Kaliumoxyd getränktes Papier) umgewandelt (*Pogg.* Ann. XXIX, 295).]

Minder in die Augen fallend, aber um so allgemeiner und merkwürdiger ist jedoch jener Einfluss, den das gem. elektr. Fl. auf die Beförderung chemischer Verbindungen oder Processe überhaupt zeiget, wenn es in minder verdichtetem Zustande, so wie es sich bey der Berührung heterogener Körper von einem auf den andern anhäufet (§. 354), wirksam wird: denn die Erfahrung lehrt bey vielen Gelegenheiten — und wird es vielleicht in allen Fällen bewähren — dass die Verbindbarkeit zweyer Sub-

stanzen sehr befördert werden kann, wenn noch ein dritter Körper hinzugefügt wird, welcher durch Berührung die elektr. Atmosphären dergestalt stört, dass eine der zu verbindenden Substanzen eine intensivere elektr. Atm. erlangt. — Das schönste Beyspiel dieser Art geben uns die galv. elektr. Batterien, in welchen die Wirkung des Zinks auf die Säuren bey weitem vehementer ist, als sie seyn würde, wenn das Kupfer nicht zugegen wäre (§. 306). — Die Theorie dieses höchst merkwürdigen Phänomens scheint sich nun wohl nach der Analogie darin zu begründen, dass durch die Anhäufung einer intensiveren elektr. Atm. um das Zink, die Cohäsion dieses letztern gemindert, und eben dadurch die Verbindbarkeit desselben gesteigert werde. Allein man könnte auch umgekehrt vermuthen, dass das Kupfer die elektr. Atm. des Zinks ableite, und dieses eben dadurch der Einwirkung der Säure mehr bloss lege. Die endliche Entscheidung über diese Frage wird daher nur von der weitern Forschung zu erwarten seyn. (*)

§. 364. Die *Zersetzung* energisch-chemischer Verbindungen bewirket das gem. elektr. Fl. mehr nach Analogie des Aräons, als nach derjenigen des galv. elektr. Fl.; was von dem grössern Aräongehalt, und der daraus folgenden grösseren Spannung und Elastizität, auch nicht anders zu erwarten ist. Die Zersetzungen gehen daher viel tumultuarischer vor sich, als beym galv. elektr. Fl., und resultiren auch nicht mit jener scharf zu unterscheidenden Ablagerung verschiedener Bestandtheile, wie wir sie an den Polen der galv. elektr. Batterie wahrnehmen.

[Bey Versuchen dieser Art werden dieselben Vorkehrungen getroffen, wie bey den Zersetzungen durch galv. elektr. Fl. (§. 318 u. s. f.); doch dürfen sich die entladenden Leiter beyweitem nicht so nahe stehen, wie bey diesem, weil das gem. elektr. Fl. mehr Spannung, und daher eine weit grössere Schlagweite hat. Auch wendet man gewöhnlich elektrische Schläge oder Funken an; weil dieses Fluidum zu sehr expandirt ist, und daher in Strömen aus Mangel an Verdichtung kaum etwas

leisten würde. — Eine Reihe elektr. Schläge zersetzt solcher Gestalt, z. B. das Mercuroxyd, in Mercur und Oxygengas, das Wasser in ein Gemenge von Oxygen- und Hydrogengas; das muriumsaure Gas in ox. muriumsaures Gas und Hydrogengas, das Phosphor- und Schwefelhydrogengas in Phosphor oder Schwefel und Hydrogengas; das Corbonsäuregas in untercarbonigsaures und in Oxygengas u. s. w. — Sollen solche Flüssigkeiten zersetzt werden, die gasförmige Producte liefern; so werden sie in Röhren eingeschlossen, die am obern Theile mit einem gebogenen Rohre zur pneumatischen Auffangung der Gase versehen, und in welche an beyden Enden die entladenden Leitungsdrähte durch die verschliessenden Korkpröpfe eingeführt sind. — Bey der Zersetzung des Wassers insbesondere darf die Operation nicht so lange fortgesetzt werden, bis die Funken durch die entbundenen Gasarten schlagen, weil sonst eine Explosion erfolgt (§. 513).

Zur Zersetzung der Gasarten ist das gem. elektr. Fl. viel geschickter, als das galv. elektr. Fl.; weil es durch seine grössere Spannung diese Nichtleiter leichter durchbricht.]

Unter welchen Umständen das gem. elektr. Fl. wie das galvanische wirkt, wahrscheinlich auch in dasselbe übergeht, wurde bereits früher (§. 359, *b*) angeführt.

ε) Wirkungen des gem. elektr. Fluidums auf den lebenden Organismus.

§. 365. Auf den thierischen Organismus wirket das gemeine elektr. Fl. ähnlich wie das galv. elektr. Fl., doch um vieles heftiger, weil es einer grösseren Spannung fähig ist. Schon nicht sehr starke elektr. Schläge desselben bringen höchst unangenehme, fast unerträgliche Erschütterungen hervor, und können bey schwachen Organismen auch bald der Gesundheit nachtheilig seyn; obwohl sanftere elektr. Strömungen und schwache Erschütterungen zu den wesentlichsten Bedingungen des thierischen Lebens gehören. Die Entladung grosser Batterien kann aber sogar den Tod verursachen, wenn ihre Wirkung hinreichet, um durch den elektr. Strom auch nur für einen Augenblick den Zusammenhang jener Körpertheilchen zu unter-

brechen, aus deren immerwährender Reaction das thierische Leben resultirt. (*)

Eben dasselbe gilt auch von den Pflanzen, und die Erfahrung hat bereits gelehrt, dass schon mässig starke elektrische Schläge das vegetabilische Leben zerstören: so wie anderseits ein sehr gemässigter Einfluss des gem. elektr. Fl. zu den ersten Bedingungen des Pflanzenlebens gezählt werden muss (s. d. Chemie d. org. Natur).

ζ) *Functionen des gem. elektr. Fluidums in der Natur.*

§. 366. Da erfahrungsmässig das der Erde aus den höhern Regionen zustrahlende Licht grössten Theils an der Erdoberfläche in gem. elektr. Fl. zersetzt wird (§. 378); so ist es klar, dass sich das Letztere täglich, nicht nur über die Oberfläche des Erdballs ausbreiten und denselben verhältnissmässig laden, sondern bey seinen Eigenschaften auch die zunächst liegenden Luftheilchen mit elektr. Atmosphären umgeben, und endlich, weil diese sodann abgestossen werden, nach und nach die Erdatmosphäre bis auf eine gewisse Höhe mit elektr. Fl. anschwängern muss. — Da ferner dort, wo das meiste Licht hinfällt, auch das meiste elektr. Fl. erzeugt werden muss; so wird letzteres ohne Zweifel am Tage, wo die Sonne scheint, und zwischen den Wendekreisen, wo die häufigste Lichtzuströmung Statt findet, am häufigsten entstehen: so zwar, dass also, sowohl der Erdball, als die Erdatmosphäre in der Nähe des Aequators am stärksten, und wieder Nachmittags, wenn die Lichtzuströmung am längsten ununterbrochen fortgedauert hat, stärker, als Vormittags geladen seyn muss. Da endlich das gem. elektr. Fl. unaufhörlich nach Gleichgewicht strebt, so wird es auch, wie das galv. elektr. Fl. (§. 329), von dem Orte seiner Anhäufung auf andere Stellen überströmen: aber es wird dabey mannigfaltigeren Bewegungen unterliegen, als jenes: weil

es überhaupt agiler ist, und überdiess die Erzeugung desselben alle 24 Stunden einmahl, durch die eintretende Nacht unterbrochen wird.

Es wird nähmlich am Tage das elektr. Fl. vom Orte seiner Anhäufung unaufhörlich nicht nur in den Erdball eindringen, und darin den minder geladenen Theilen, also den Polen, und unter diesen wieder vorzugsweise dem Nordpole, zugeleitet werden; sondern zugleich auch in den höheren Schichten der Atmosphäre mit dieser zugleich, und als Ladung derselben, den Polargegenden zuströmen. — In der Nacht hingegen wird sich diese Bewegung bald in die entgegengesetzte umwandeln; weil die Zuströmung des Lichtes mangelt, die bereits elektrisirte Luft vom Erdball abgestossen, sich in die höheren Regionen erheben, und minder elektrisirter weichen wird: die aber dem Erdball elektr. Fl. entziehen, und mithin ein Ausströmen desselben aus dem Erdball in die Atmosphäre erzeugen muss. — Bedenkt man endlich, dass alle diese Strömungen am Erdball gleichzeitig Statt finden, aber, so wie sich derselbe um seine Achse drehet, und also immer andere Theile dem einstrahlenden Lichte darbiethet, unaufhörlich von einem Puncte zum andern fortschreiten; so wird man über ihre Bewegung und Leben verbreitende Mannigfaltigkeit erstaunen, und einsehen: dass dieses Ausströmen des elektr. Fl. am Tage aus der Atmosphäre in den Erdball, und in der Nacht aus dem Erdball in die Atmosphäre, mit mehr Grund das *Athmen des Erdballs* genannt werden könnte, als manche andere Erscheinung. (✱)

[Für die hier ausgesprochene Ansicht sprechen folgende Erfahrungen. — Bey ruhigen heiteren Tagen findet man die Luft Abends immer am stärksten elektrisch. — Die Luft ist am Tage mehr elektrisch als der Erdball; in der Nacht findet der umgekehrte Fall Statt. — *Martius* fand in der Nähe des Aequators keine elektrische Differenz zwischen den höheren und niederen Luftschichten; weil die Atmosphäre bis zu einer grössern Höhe gleich stark geladen war, als er durch seine Zulei-

ter erreichte. In allen vom Aequator entfernten Gegenden finden wir dagegen, mit einigen Klaftern hohen Zuleitern des Elektrometers schon die höheren Luftschichten stärker elektrisch als die niedrigeren.] (*)

§. 367. Diese Strömungen erheben das gem. elektr. Fl. zu einem eben so mächtigen, aber bey weitem allgemeineren Agens in der Natur, als das galv. elektr. Fl. ist, und biethen zugleich den Schlüssel dar zur Erklärung mancher auffallenden Erscheinung. — Das *Nordlicht* und *Südlicht* folgert sich aus den vorliegenden Umständen als Ausstrahlung zahlloser elektr. Funken von jenen stärker geladenem Luftschichten; welche aus den wärmeren Himmelsstrichen den Polen zuströmen, und indem sie durch allmähliches Erkalten ein kleineres Volumen einnehmen, auch an Capacität für das elektr. Fl. verlieren, und einen Theil desselben entlassen müssen. — Die *Blitze* sind ohne Zweifel grosse elektr. Schläge, durch welche sich stärker mit elektr. Fl. geladene Luftschichten oder Wolken auf minder elektrische Gegenstände entladen. — Das *Wetterleuchten* scheint am wahrscheinlichsten zu entstehen, wenn in heissen Tagen aus Sümpfen und andern faulenden Substanzen viel Hydrogengas und Carbonhydrogengas entbunden, und hierauf in den höheren Regionen durch schwächere elektrische Funken entzündet wird. — Der *Donner* möchte wohl zwey Ursachen haben, und einmahl dadurch entstehen, dass nach dem Hindurchfahren der Blitze die getrennte Luft wieder zusammen fällt; einmahl hingegen, in jenen Fällen, wo das aufgestiegene Hydrogengas u. dgl., im gehörigen Verhältnisse, mit der Atmosphäre gemischt wird, dadurch, dass durch Entzündung die ganze Masse detonirt, und auf diese Art den Knall erzeugt. — Aus diesen Entladungen erklärt sich sodann auch die Entstehung der *Meteorsteine* (§. 320), und selbst der *metallischen Meteormassen:* denn die Möglichkeit, dass elektrische Wolken, wenn sie in ihrem elektr. Fl. Metalle aufgelöst

enthalten, und dann auf gute Leiter treffen, diese ohne Verbrennung, also metallisch absetzen können, wird man nicht bezweifeln dürfen; weil bereits zweifelfreye Beyspiele solcher Art vorliegen. (*)

[In Böhmen schlug der Blitz in eine Kirche, löste von einem Altare einen Theil der Vergoldungen auf, fuhr dann diagonal durch die Luft auf eines der Kirchenfenster, und setzte auf dem Fensterbley das Gold wieder in Gestalt der Feuervergoldung ab.]

Die wichtigste Function des elektr. Fl. in der unorganischen Natur endlich leistet dasselbe dadurch, dass es die immerwährende Quelle jenes Lichtes bildet, welchem die Erde ihre tägliche Beleuchtung verdanket (s. die Entstehung des Lichtes §. 392). (*)

§. 368. In minder grell ausgesprochenen Aeusserungen sich manifestirend, aber darum nicht minder wichtig, sind die Functionen des elektr. Fl. in der organischen Natur. — Den normalen Strömungen des elektr. Fl. aus der Erde in die Luft, und umgekehrt (§. 366) verdanket die Pflanzenwelt ihren Wachsthum (s. im 3. Theile die Einleitung); ja selbst die thierischen Organismen bewegen sich und wachsen nur mit Hülfe dieses grossen Hebels, und unterscheiden sich hierin von den Pflanzen hauptsächlich dadurch, dass sie in dieser Beziehung nicht von den elektr. Strömungen zwischen der Erde und der Luft allein abhängig sind, sondern eine eigene Quelle des elektr. Fl. in sich tragen (s. im 3. Th. die Einl.). (*)

[Die nächsten Andeutungen der elektr. Thätigkeit im thierischen Organismus geben uns zwar schon die Pulsschläge, die als auf einander folgende Entladungen nicht zu verkennen sind. Aber es müssen vollends alle Zweifel weichen, wenn wir wahrnehmen, dass manche Thiere, z. B. die Katzen, und oft auch Menschen, wenn ihre Haare gestrichen werden, knisternde und im Dunkeln leuchtende Funken von sich geben: ja dass sogar thierische Organismen vorkommen, z. B. der Zitteraal und Zitterröchen, die von der Natur mit der Fähigkeit begabt sind, sich durch Ertheilung elektr. Schläge zu vertheidigen; die also

ohne Zweifel nicht nur elektr. Fl. zu erzeugen vermögen, sondern zugleich auch wie elektr. Batterien wirkende Organe besitzen müssen.] (*)

η) *Anwendung des gemeinen elektr. Fluidums.*

§. 369. Das gem. elektr. Fl. ist bisher, eben so wie das galvanische, zur Erzeugung und Zersetzung chemischer Verbindungen, am häufigsten aber zu Verbrennungsversuchen benützt worden; weil es zu letztern durch seine grössere Spannbarkeit mehr geeignet ist, als jenes. — In der Heilkunde hat es aus gleichem Grunde, wie das galv. elektr. Fluidum, bis jetzt nur wenig Fortschritte gemacht.

Aber auch für das practische Leben hat uns die Erkenntniss der elektrischen Verhältnisse bereits nützliche Dienste geleistet. Man hat z. B. in den elektr. Atmosphären die Ursache erkannt, um derentwillen mehrere *Metalle*, jene nähmlich, welche in geringer Menge im elektr. Fl. auflöslich sind, einen *eigenthümlichen Geruch* besitzen, und Getränke, wie *Bier*, *Wein* und *Branntwein* aus metallenen Gefässen genossen, *metallisch schmecken.* Man hat erkannt, dass ohne Zweifel der immerwährende Wechsel in den elektr. Strömungen auch jene Erscheinungen bewirkt, die man die *Auswitterung*, die *Efflorescenz*, und das *Auskriechen der Salze* bis über den Bord der Gefässe nennet. — Im mechanischen Wege hat man ferner das elektr. Fl. zur Durchbohrung des Glases benutzt (§. 360). — Aus dieser Erkenntniss folgerte endlich der berühmte *Franklin* auch die Erfindung des *Blitzableiters;* die für alle künftigen Zeiten durch ihre hohe Wichtigkeit ein Ehrendenkmahl des menschlichen Scharfsinnes bleiben wird, und im Wesentlichen darin beruhet: dass man über dem zu schützenden Gebäude eine (zur Verhüthung des Rostes) an ihrer Spitze vergoldete Metallstange aufrichtet, dann der Länge nach über dasselbe im geringen Abstande fortlaufen, und endlich im feuchten Erdboden enden lässt,

zugleich aber alle Träger dieses Apparates vom Hause selbst, durch Pecheingüsse oder andere geeignete Mittel isolirt; damit der etwa in der Gegend entstehende Blitz vom Blitzableiter aufgefangen, und in die Erde abgeleitet werde. —

[Auch beym gem. elektr. Fl. haben die meisten Naturforscher nunmehr die beym galv. elektr. Fl. (§. 330) angeführte dualistische Hypothese angenommen, versteht sich wohl mit nicht mehr Consequenz wie dort. Sie nennen das elektr. Fl. daher, wenn es in Ueberschuss vorhanden ist + Elektr., wenn weniger da ist — Elektr., und erklären also alle Erscheinungen wie beym galv. elektr. Fl. (§. 330). — Hier können nur noch einige Experimente kurz berührt werden, die man irrigerweise als Capitalbeweise für die Existenz zweyer Elektricitäten angesehen hat. (✱)

a) Wenn man auf eine Harzfläche einmahl elektr. Funken fallen lässt, und einmahl demselben durch Berührung mit einem Mangel habenden Leiter elektr. Fl. entziehet, und in beyden Fällen ein feines Pulver, z. B. Lycopodium, darüber stäubt; so wird das angezogene Pulver im ersten Falle strahlige, im zweyten runde Figuren bilden: ganz natürlich, weil im ersten Falle das elektr. Fl. in Folge der heftigen Anziehung sich wie auf den Böden gespritztes Wasser strahlig vertheilen musste; während es im zweyten im Umkreise aus gleichem Abstande angezogen wurde, und also runde Figuren erzeugen musste. Eine analoge Bewandtniss hat es mit allen übrigen elektr. Figuren. (✱)
b) Dass der Geschmack der vermeinten beyden Elektr. nichts beweise, ist bereits früher (§. 328) nachgewiesen worden. (✱)
c) Dass die Lackmustinctur durch elektr. Funken roth wird, kann nichts beweisen, weil dasselbe erstens die in jener Tinctur enthaltenen Salze zersetzt, und zweytens selbst aus der org. Substanz Säure bilden kann. (✱)
d) Man gibt an, dass beym Ueberschlagen der elektr. Funke auf dem halben Wege zwischen den beyden Leitern sichtbar werde, weil dort sich die beyden Elektr. vereinigten. Dass dem nicht so sey, hat aber am schönsten *Biot* erwiesen (§. 347). (✱)
e) Man hat in dem Umstande, dass das elektr. Fl. beym Ausströmen von Metallspitzen strahlig, beym Einströmen hingegen als Lichtpunct erscheint, die + und — Elektr. zu sehen

gemeint. Was dabey vorgehe, ist aber bereits früher (§. 346) erörtert worden. (✱)

f) Der auf beyden Seiten aufgeworfene Rand des mittelst elektr. Funken durchgeschlagenen Kartenblattes, hat gleichfalls beweisen sollen, dass zwey Elektr., und zwar in entgegengesetzter Richtung, durchpassirt seyen. Was dabey geschieht wurde aber bereits früher (§. 360) angeführt. (*M.* Handb. V. Abth. III. 1532). (✱)

g) Man hat auch gemeint, dass es unipolare Leiter gäbe. Die Unstatthaftigkeit wurde aber bereits (§. 330) erwiesen. (✱)

h) Wenn man die Spitze eines Mangel habenden elektr. Leiters dem elektrisirten Conductor nähert, und zwischen beyde die Flamme einer brennenden Kerze bringet, so sieht man augenscheinlich, dass durch eine von jener Spitze ausgehende Ursache die Flamme gegen den Conductor hingeblasen wird. Man hat gemeint, was hier blase, sey die — Elektr. Es ist indessen bloss die atm. Luft, deren Theilchen an der Mangel habenden Spitze elektr. Fl. verlieren, und aus allen Richtungen von den übrigen noch natürlich elektr. Theilchen, die die Spitze gleichfalls anziehet, verdrängt, keinen andern Ausweg finden, als geradezu in die Flamme.] (✱)

g) Licht.

§. 370. Das *Licht* (der *Lichtstoff*, der *Licht erzeugende Stoff*, die *Lichtmaterie*) ist diejenige Materie, welche in unserm Auge die Empfindung des Sehens erwecket, und nach allen Umständen zu urtheilen, wie das elektr. Fl. aus Oxygen und Aräon zusammengesetzt ist, aber weniger Oxygen enthält, als jenes. Auch kommt das Licht wie das elektr. Fl., in mehreren Modificationen vor, die sich, wie weiterhin erörtert werden soll, nur durch ein verschiedenes Verhältniss ihrer Bestandtheile von einander unterscheiden können. — Diese Modificationen des Lichtes (§. 256) wären es also eigentlich, welche hier, als auf die erste Stufe der Zusammens. gehörig, abzuhandeln kämen. Allein, nicht nur sind dieselben im isolirten Zustande noch viel zu wenig untersucht, vielleicht im reinen Zustande auch noch nicht abgesondert dargestellt; sondern

sie kommen im gemeinen weissen Lichte — so wie es sich unter dem Einflusse der Sonne und vieler chemischer Processe entwickelt — auch immer dergestalt mit einander vermischt vor, dass man sogar über die Anzahl dieser Modificationen des Lichtes noch dem Zweifel überlassen bleibt, und eben so auch nicht zuverlässig zu bestimmen vermag, auf welche Stufe der Zusammens. eine oder die andere Modification gehöre. Es bleibt uns daher vor der Hand nichts anders übrig, als das Bekannte von der Verbindung jener Modificationen, nähmlich vom weissen Lichte, hier anzuführen.

§. 371. Das gemeine oder *weisse Licht* legitimirt sich durch seine Eigenschaften als eine Verbindung aus Aräon und Oxygen; die aber mehr Aräon enthält als das gem. elektr. Fl., und eben darum auch in ihrem Verhalten sich von demselben merklich unterscheidet.

Durch seinen grossen Aräongehalt ist das Licht eine höchst ausdehnsame, und daher strahlende, überaus dünne, bisher unwägbare und uneinschliessbare Flüssigkeit, und besitzt, wie das elektr. Fl., nur minder intensiv, das Vermögen, chemische Verbindungen bald einzuleiten, bald wieder zu zerstören. — Aus eben diesem Grunde ist das Licht auch fähig viele Körper zu durchströmen, aber es durchströmt nicht alle, was dem Oxygengehalt zuzuschreiben ist. Die erstern nennet man *durchsichtige*, die letztern hingegen *undurchsichtige Körper*.

Durch das in demselben enthaltene Oxygen ist das Licht insbesondere fähig, wie das Oxygengas (§. 263) und elektr. Fl. (§. 359), oxydirbare Körper in Oxyde umzuwandeln. — Durch eben diesen Oxygengehalt bewirkt das Licht jenen Reitz in unserm Auge, den wir bald *Helligkeit*, bald *Licht*, bald das *Sehen* nennen, und welcher zugleich die Ursache ist; *dass wir die Strahlung des Lichtes, selbst bey seiner fast unendlichen Verdünnung, viel deutlicher wahrnehmen können, als ungleich stärkere Strahlungen*

des *Aräons*; welche wir nur bey grösserer Verdichtung durch den gröbern Sinn des Gefühls zu empfinden vermögen. — Durch die geringe Menge Oxygens, welche das Licht enthält, kann dasselbe zwar von andern Körpern nicht so heftig angezogen werden, als das magn. und elektr. Fl.; aber einige Anziehung dieser Art findet dennoch Statt, wie sich weiterhin zeigen wird.

Man kann das Licht übrigens betrachten in Beziehung auf α) seine Bewegungen, β) seine Verbindungen, γ) seine Entstehung, δ) seine Zersetzung, ε) seine Wirkung auf unorganische, und ζ) organische Körper, η) seine Functionen in der Natur, und ϑ) seine Anwendung.

α) *Bewegungen des Lichtes.*

§. 372. In seinen Bewegungen stehet das Licht dem Aräon am nächsten, und bewegt sich daher in geraden Linien *strahlend* wie dieses, wenn es im verdichteten Zustande frey wird (§. 209); mit einigen Modificationen jedoch, die von dem geringen Oxygengehalt abhängig sind. Dabey breitet sich aber das Licht dergestalt aus, dass seine Dichtheit, und mithin auch seine leuchtende Eigenschaft in dem Verhältniss abnimmt, in welchem die Quadrate seiner Entfernung wachsen; so zwar, dass es bey der doppelten Entfernung auf $1/_4$, bey der 3fachen auf $1/_9$, bey der 4fachen auf $1/_{16}$ u. s. w. vermindert wird.

Fällt das Licht auf irgend einen andern Körper, so wird es zum Theil zerstört, zum Theil strahlend *zurückgeworfen (reflectirt)*, und zwar unter demselben Winkel, unter welchem es auffiel.

Lässt man durch eine kleine Oeffnung einen Lichtstrahl in ein dunkles Zimmer fallen, und nähert demselben sodann einen andern Körper so weit, dass der Strahl nahe vorbeygehen muss; so wird der letztere an diesem Puncte sogleich die Richtung verändern: er wird nähmlich entweder näher gegen diesen Körper, oder von demselben

hinweg gebogen werden, und dann wieder in gerader Richtung fortgehen, und eben durch diese Ablenkung von seiner Bahn, die man die *Beugung (Inflection)* des Lichtes nennet, den Beweis liefern, dass das Licht von andern Körpern angezogen, und von noch andern abgestossen wird.

Eine ähnliche Ablenkung von der vorigen Richtung erleiden die Lichtstrahlen aber auch, wenn sie aus *einem* durchsichtigen Körper in den andern übergehen: so zwar, dass der Strahl, wenn er in nicht senkrechter Richtung aus einem minder dichten, oder minder brennbaren Körper in einen dichtern oder brennbarern fällt, mehr zur senkrechten Richtung übergehet, und umgekehrt. Diese Ablenkung heisset die *Brechung des Lichtes*, *Strahlenbrechung*. Es gibt aber auch Körper, in welchen die Lichtstrahlen gespalten werden, und dann die Ablenkung nach zwey verschiedenen Richtungen erfolgt, und in diesem Falle die *doppelte Strahlenbrechung* genannt wird.

[Die Reflection des Lichtes zeigt uns jeder Spiegel, und überhaupt jeder sichtbare Körper. — Die Brechung des Lichtes wird bemerklich, wenn man in ein mit Wasser gefülltes Gefäss einen Stab dergestalt einsetzt, dass er zum Theil über dem Wasser hervorraget. Er wird sodann aussehen, als wenn er im Niveau des Wassers abgebrochen wäre.

Auf die reflectirende Eigenschaft der Körper gründet sich die Wirkung der *Hohlspiegel*, *Brennspiegel*, indem die Strahlen nach dem Gesetze der Reflection, eine gegen einander laufende Richtung bekommen, und endlich in einem Puncte, dem *Brennpuncte*, zusammen treffen, und uns solchergestalt ein Mittel zur Erregung sehr grosser Hitze darbiethen (§. 373).

Auf die Brechung gründet sich die Wirkung des *Brennglases* eines linsenförmig zugeschliffenen Glases, welches die Lichtstrahlen, wenn sie durch dasselbe gehen, dergestalt bricht, dass sie gleichfalls wie durch den Hohlspiegel auf einen Punct concentrirt werden, und eben darum auch einen gleichen Erfolg bewirken (§. 373).

Da verschiedene Körper das Licht auf verschiedene Weise brechen, so kann uns das Lichtbrechungsvermögen derselben

zuweilen auch als Unterscheidungszeichen ihrer Eigenthümlichkeit dienen: zu welcher Absicht die lichtbrechende Eigenschaft der atmosphärischen Luft gewöhnlich zum vergleichenden Massstabe = 1,000 angenommen wird. — So hat man z. B. das Brechungsvermögen der atm. Luft = 1,000; dass des Oxygengases = 0,924; des Hydrogengases = 0,470; des Stickgases = 1,020; des Wasserdampfes = 1,000; des schwefligtsauren Gases = 2,260 u. s. w. gefunden.]

β) *Zersetzung des Lichtes.*

§. 373. Das gemeine oder weisse Licht ist unter allen bekannten Dingen das unbeständigste, und daher, wie die Erfahrung lehrt, auch nicht für einen Augenblick aufbewahrbar; indem dasselbe sogleich, nachdem es entstanden ist, von andern Körpern wieder consumirt oder zerstört wird. Man kann aber dabey sehr wohl zwey Hauptarten der Zersetzung unterscheiden; je nachdem das weisse Licht bloss in seine näheren Bestandtheile zerlegt, oder total zerstört wird.

αα) *Zerlegung des weissen Lichtes in seine näheren Bestandtheile.*

§. 374. Die Zerlegung des gemeinen Lichtes in seine näheren Bestandtheile erfolgt, wenn man einen Strahl des weissen oder gem. Lichtes, durch ein gläsernes Prisma, in ein verfinstertes Zimmer auf eine weisse Fläche fallen lässt. Das Licht wird dabey einmahl beym Eintritt in das Prisma, und einmahl bey seinem Austritt in die Luft gebrochen, und weil es im zweyten Falle an verschiedenen Puncten, einen grössern Durchmesser der Glasmasse des Prisma zu durchdringen hat, von seiner geraden Richtung abgeleitet und dergestalt *zerstreuet*, dass es auf der weissen Fläche ein länglichtes Bild, das *prismatische Farbenbild (Licht- oder Farben-Spectrum)* erzeugt: welches in sieben verschiedene Farben abgetheilt erscheint, nähmlich in *violett*, *indigblau*, *blau*, *grün*, *gelb*, *brandgelb*, und *roth*. — Diese

Zertheilung des weissen Lichtes in verschiedenfarbige Lichtstrahlen entstehet durch eine verschiedene Brechbarkeit verschiedener Strahlen, und hat unwillkührlich auf die Meinung geführt: dass das gemeine ungefärbte Licht aus jenen sieben Modificationen des farbigen Lichtes (s. §. 256) zusammengesetzt sey, und dass sich jene Modificationen nur in der Menge des in denselben enthaltenen Oxygens von einander unterscheiden; so zwar, dass die brechbarsten, nähmlich die violetten Strahlen das meiste, die am wenigsten brechbaren, d. i. die rothen, hingegen die geringste Menge Oxygens enthalten. Diess ist wenigstens die einzige unter allen Theorien, welche in der Anziehung des Oxygens zu andern Körpern einen vernünftigen Grund für die verschiedene Brechbarkeit ungleichfarbiger Lichtstrahlen darbiethen, und viele andere Phänomene des Lichtes consequent erklären kann. (*)

[Aus den farbigen Strahlen lässt sich auch wieder weisses Licht zusammensetzen, wenn man sie durch Prismen auffängt, und auf eine weisse Ebene zusammenwirft; doch ist in solchem Falle das entstehende weisse Bild mit farbigen Ringen umgeben, weil immer ein Theil desselben eben durch die Brechung wieder zersetzt wird. — Wenn man eine glatte Scheibe von Holz aus dem Centrum gegen die Peripherie dergestalt theilt, und mit Farben überstreicht, dass 80° violett, 40° indigblau, 60° hellblau, 60° grün, 48° gelb, 27° brandgelb, und 45° roth bemahlt sind, und hierauf diese Scheibe schnell umgedreht wird; so erscheint sie durch die Mischung der Farbenstrahlen weiss: woraus sich einigermassen auf die Verhältnisse schliessen lässt, in welchen die verschieden gefärbten Strahlen das weisse Licht erzeugen.

In neuerer Zeit haben mehrere Naturforscher der Meinung gehuldigt, dass das weisse Licht eigentlich nur aus drey Modificationen des farbigen Lichtes zusammengesetzt sey, nähmlich aus *rothen, gelben* und *blauen* Strahlen, und die übrigen Modificationen aus der Vereinigung dieser drey Modif. entstünden. Für diese Ansicht spricht auch wirklich der Umstand, dass man aus den gelben und rothen Strahlen *brandgelbes*, aus den gelben und blauen *grünes*, und aus rothen und blauen

indigblaues und *violettes* Licht darstellen kann, wenn man solche Strahlen mit Prismen auffängt, und auf einer weissen Fläche zusammenfallen lässt. — Sollte sich diese Ansicht bestätigen, so würde aber daraus folgen; dass nur die blauen, gelben und rothen Lichtstrahlen auf die erste Stufe der Zus. gehörten, und allenfalls mit O, O und O zu bezeichnen wären (§. 256); während jede der übrigen gefärbten Modif. des Lichtes der zweyten, das weisse Licht insbesondere aber der vierten Stufe der Zusammens. angehören müsste. Doch kann diese Uebertragung nur erst Statt finden, wenn hierüber mehr Erfahrungen vorliegen, als jetzt noch zu Gebothe stehen.

Gegen die Ansicht von nur drey Modif. des farbigen Lichtes hingegen hat man die Erfahrung angeführt, dass keiner der 7 farbigen Strahlen des Lichtes bey wiederholter Brechung durch das Prisma eine weitere Farbenänderung erleidet. Allein dieser Umstand beweiset nichts, indem es sehr wohl denkbar ist, dass die violetten, indigblauen, grünen und brandgelben Strahlen eben desshalb durch das Prisma nicht zersetzt werden, weil sie chemische Verbindungen der zweyten Stufe der Zusammensetzung sind.] (✻)

ββ) *Totale Zerstörung des Lichtes.*

§. 375. Bey seiner gränzenlosen Unbeständigkeit (§. 373) wird das Licht allemahl sogleich nach seiner Entstehung auch wieder zersetzt; so zwar, dass selbst in jenen Fällen, wo es zunächst in seine sieben Farbenstrahlen zerfällt (§. 374), diese letztern in demselben Augenblick wieder, im Conflict mit andern Körpern, sogleich total zersetzt werden. Diese totale Zerstörung des Lichtes findet auch immer durch die Verdichtung desselben Statt, diese möge nun durch Compression von Aussen, oder durch die Anziehung anderer Körper, oder durch den Stoss, den das Licht in seiner schnellen Bewegung bey der Berührung anderer Körper erleidet, bewirkt werden; aber sie gestaltet sich verschieden, je nachdem dabey das Licht oder die Producte seiner Zersetzung mit andern Körpern energisch-chemische Verbindungen eingehen oder nicht. — Die dem ersten dieser Fälle zugehörigen Erscheinungen werden späterhin, bey

den Wirkungen des Lichtes auf andere Körper, vorkommen; hier bleiben also noch diejenigen zu erwähnen, in welchen das Licht zwar zersetzt wird, die Producte aber mit andern Körpern nicht energisch-chemisch verbunden werden. (*)

§. 376. Am wenigsten findet eine solche Zersetzung bey durchsichtigen Körpern Statt, aber auch diese consumiren das Licht dennoch; diess beweiset schon die bekannte Erfahrung, dass ein in die freye Luft fallender Lichtstrahl mit der Entfernung abnimmt, und endlich ganz verschwindet: denn er muss schon in der kürzesten Strecke seiner Bewegung etwas verloren haben, sonst könnte er nicht bey grössern Distanzen ganz und gar verschwinden. (*)

Ein grösserer Antheil des Lichtes wird zerstört, wenn es durch dichtere, und vorzüglich durch feste durchsichtige Körper hindurch gehet. Diess bemerkt man schon, wenn das Licht durch Glastafeln fällt; denn diese werden nach und nach erwärmt, weil zwar der grösste Theil des Lichtes hindurchgehet, ein kleiner Antheil aber auch unter Ausscheidung von Aräon zersetzt wird. — Auffallender zeigt sich dieselbe Erscheinung, wenn das Licht durch ein Prisma gebrochen wird; denn die Untersuchung mit dem Thermometer lehret, dass mit der Brechung des Lichtes auch Wärmeentbindung eintritt: so zwar, dass im violetten Strahle des Farbenbildes (§. 374) gar keine, im blauen hingegen bereits eine kleine, und dann im grünen, gelben, brandgelben und rothen Strahle eine immer grössere, und endlich ausser dem prismatischen Farbenbilde, neben dem rothen Strahle die grösste Steigerung der Temperatur wahrzunehmen ist.

[Aus dieser Verschiebung des wärmenden Raumes bis über das eine Ende des prismatischen Farbenbildes hat man geschlossen, dass das weisse Licht aus leuchtenden gefärbten, und nicht leuchtenden wärmenden Strahlen zusammengesetzt sey; so zwar, dass durch das Prisma nebst dem Farbenspectrum auch ein *Wärmespectrum* erzeugt werde u. s. w. — Indessen

erklärt sich jene Verschiebung sehr einfach aus dem Umstande: dass die Lichtstrahlen alle zusammen stärker gebrochen werden, als die des Aräons, und eben darum dieses letztere, ausserhalb des rothen Lichtes fallen muss, und mit seinem Ende nicht bis ins violette Licht reichen kann. — Uebrigens findet eine solche Brechung der Strahlen auch nur Statt, wenn das Prisma aus Flintglas bestehet. Bey einem Prisma aus Kronglas fällt der wärmste Punct in das rothe Bild; bey einem hohlen, aber mit Alkohol, Terpenthinöhl oder Wasser gefüllten, Prisma dagegen ins gelbe Licht: woraus zugleich ersichtlich wird, dass verschiedene Körper auf verschiedene Weise das Licht und die Wärmestrahlen brechen. (*)

Einzelne Farbestrahlen des Lichtes lassen sich auch abscheiden, wenn man dasselbe durch gefärbte Gläser fallen lässt. So z. B. werden, wenn das Licht auf blaues Glas fällt, alle übrigen Strahlen zerstört, und nur die blauen zum Theil reflectirt, zum Theil hindurchgelassen.]

Noch mehr als durch das Prisma wird vom Lichte zersetzt, wenn es durch ein Brennglas oder durch einen Brennspiegel in einen Brennpunct concentrirt wird (§. 372); denn durch diese Verdichtung vieler Lichtstrahlen auf einen kleinen Raum wird so viel Aräon ausgeschieden, dass man auf solche Art die grösste Hitze erregen kann (§. 378). (*)

§. 377. Am ausgiebigsten endlich ist die Zersetzung des Lichtes, wenn es auf undurchsichtige Körper fällt, doch aber auch wieder abhängig von der Oberfläche der letztern; indem die Zersetzung meistens um so vollständiger erfolgt, je rauher jene ist.

Fällt das Licht auf sehr glatte undurchsichtige Körper, z. B. auf polirte Metalle, so wird es unverändert wieder zurückgeworfen, indem fast nichts davon zersetzt wird. Daher werden z. B. die Metallspiegel bey der Auffangung des Lichtes nicht warm, weil sie vermöge ihrer dichten Oberfläche das Licht nicht eindringen lassen, und eben darum wenig oder gar nicht zersetzen.

Auf weniger glatte, oder rauhe Körper fallend hingegen dringet das Licht auf eine gewisse Tiefe ein, eh' es

zurückgeworfen wird, und erleidet dann, wie es bey der Brechung geschieht, eine partielle Zersetzung. Dabey wird es aber nicht von allen Körpern auf gleiche Weise zerstört; sondern die Erfahrung lehrt vielmehr (zum offenbaren Beweise der quantitativ verschiedenen Zusammensetzung verschiedener Lichtstrahlen), dass ungleiche Körper ungleiche Mengen, und ungleiche Modificationen des Lichtes zersetzen, und eben darum durch das Licht ungleich erwärmt werden; während sie den unzersetzten Rest des Lichtes zurück werfen, und eben dadurch die Eigenschaft besitzen, mit verschiedener *Farbe* zu erscheinen. (*)

So zeigt sich z. B. ein Körper *roth*, welcher allein die rothen Strahlen zurückwirft, alle übrigen zerstört, oder *violett*, wenn er nebst den rothen, auch die blauen reflectirt; weil die violette Farbe aus der rothen und blauen entstehet. Körper, welche fast alle auf sie fallenden Lichtstrahlen zersetzen, erscheinen uns *schwarz;* diejenigen hingegen, welche fast alles darauf fallende Licht unverändert zurückwerfen, sehen wir *weiss.* — Wäre es möglich einen absolut weissen Körper zu finden, so wäre allerdings auch das Material zu einem Gefässe für die Aufbewahrung des Lichtes gefunden. Aber selbst der weisseste Körper bewirkt endlich, obwohl langsamer, das Verschwinden des Lichtes; weil es so wie von den farbigen Körpern unaufhörlich hin und her geworfen wird, bis es endlich in erstaunlicher Geschwindigkeit total zerstört ist. (*)

[In die Categorie der Zersetzung des Lichtes durch Reflection gehört auch die sogenannte *Polarisation des Lichtes.* So nennet man nähmlich ein Verfahren, bey welchem das Licht unter einem bestimmten Winkel auf einen Spiegel fällt (bey Glasspiegeln 35° 25′) und wieder reflectirt wird. Dieses *polarisirte* Licht zeiget sodann die Eigenschaft, dass es, auf eine zweyte glatte Fläche fallend, nur in dem Falle ganz zurückgeworfen wird, wenn der auf den ersten Spiegel auffallende, so wie der vom zweyten reflectirte Strahl in einer Ebene liegen;

dass aber das Licht gänzlich verschwindet, wenn diese beyden Richtungen gegen einander im rechten Winkel stehen. In diesem letzten Falle lehrt wohl der Augenschein deutlich genug, dass das Licht, durch zweymahlige Reflexion in bestimmten Richtungen zersetzt wird; und es lässt sich erwarten, dass dadurch mit der Zeit auch die atomistische Zusammensetzung des Lichtes erwiesen werden wird. (*)

Man hat vor längerer Zeit schon in der mechanischen Structur der Körper den Grund vermuthet, um dessentwillen verschiedene Körper mit verschiedener Farbe erscheinen, d. i. einige Farbenstrahlen zurückwerfen, andere zersetzen. Für diese Ansicht spricht auch eine neuere Erfahrung v. *Hayes*. Er erhielt nähmlich ein jodinsaures Mercuroxyd, welches in gelben Tafeln sublimirte; die beym Reiben, ja selbst schon bey der Verletzung mit einer feinen Spitze, mit sichtbarer Veränderung in der mechanischen Anordnung ihrer Theilchen, durch ihre ganze Masse eine scharlachrothe Farbe erlangten. Diese in hoher Temperatur entstandenen Krystalle mussten ohne Zweifel beym Erkalten so in Spannung gerathen seyn (§. 218), dass schon die geringste Verletzung ihren Uebergang zu einer veränderten Anordnung ihrer Atome veranlassen konnte (*Schw.* J. LVII, 200).

§. 378. Die Art und Weise nach welcher in allen angeführten Fällen das Licht zersetzt wird, ist zwar noch nicht mit Gewissheit ausgemittelt; man hat im Gegentheil diese Frage sogar nicht einmahl zur Sprache gebracht; weil man sich mit der Ansicht begnügte, dass derjenige Theil des Lichtes, welcher bey seinem Auffallen auf andere Körper verschwindet, von den letztern *verschluckt* oder *eingesaugt* werde. In dieser Ansicht hat man sich sogar auch durch die Erfahrung nicht irre machen lassen, dass schwarze Körper, selbst wenn sie mehrere Stunden lang von der Sonne beschienen wurden, am Gewichte nicht zunahmen; man hat vielmehr darin einen Beweis für die Ungewichtigkeit des Lichtes zu finden geglaubt.

Nach den Daten jedoch, die uns gegenwärtig vor Augen liegen, hat man Veranlassung genug anzunehmen: dass das Licht allemahl, wenn es auf die erwähnte Art verschwin-

det, theils durch den Stoss, den es bey seinem Auffallen erleidet, theils durch die Attraction dichterer Körper, in freyes Aräon und elektr. Fl. zerfällt. — Bey dieser Ansicht erklärt sich sodann auch consequent, auf welche Weise der Sonnenschein die *immerwährende Quelle der Erwärmung des Erdballs durch die Sonne und des elektr. Fl. sey.* Ja vielleicht wird man dereinst auch nachweisen können, dass die Reflexion des Lichtes von der Repulsivkraft des an der Oberfläche der Körper eben entstandenen elektr. Fl. abhängig ist. (*)

[Die Entstehung des elektr. Fl. auf solchem Wege entgehet der Beobachtung desshalb sehr leicht, weil dasselbe theils durch die bestrahlten Körper abgeleitet, theils die nächsten Lufttheilchen umgebend, mit diesen abgestossen wird. Indessen ist sie dennoch von *Matteucci* nachgewiesen worden. Er fand nähmlich, dass dem Sonnenlichte ausgesetzte Glastafeln nachher am Goldblattelektrometer deutliche Spuren des elektr. Fl. gaben. Bey einem andern Versuche wurde die obere Platte eines elektrischen Condensators durch einen Draht mit einer andern Metallplatte verbunden, dann auf diese letztere eine Glastafel gelegt, und sodann nur die Glastafel dem Sonnenlicht ausgesetzt; und auch in diesem Falle zeigte das mit dem Condensator in Verbindung gebrachte Goldblattelektrometer eine deutliche Divergenz (*Schw.* J. LVIII, 67; LIX, 369).

Mehrere Naturforscher haben angeführt, dass es ihnen gelungen sey, durch Einwirkung des Lichtes auch sogar magnetisches Fl. zu erzeugen. *Morichini* liess den violetten, durch eine Glaslinse concentrirten, Lichtstrahl dergestalt auf eine nach Norden gerichtete Stahlnadel fallen, dass diese gleichsam dadurch gestrichen wurde, und sah sie nach $1/2$ Stunde schon stark magnetisch werden. — *Barlocci* setzte Magnete dem Sonnenlichte aus und bemerkte, dass ihre Tragkraft dadurch sehr bedeutend zunahm. Andere Naturforscher konnten ähnliche Resultate nicht finden. Indessen sind sie sehr wohl möglich, da das durch Bestrahlung der Körper entstandene elektr. Fl., wenn Eisen und Stahl dargebothen wird, ganz geeignet ist, in magn. Fl. überzugehen (§. 313, *b.* und 298) (*Schw.* J. LVIII, 72.)

γ) Verbindungen des Lichtes.

§. 379. Energisch-chemische Verbindungen des Lichtes kennet man noch nicht, auch ist es derselben wahrscheinlich noch weniger fähig, als das elektr. Fl. — Viele Körper sind hingegen zur Vereinigung mit dem Lichte im zweyten Grade der chem. Anz. geneigt.

Solche Verbindungen entstehen, wenn die geeigneten Körper den Sonnenstrahlen ausgesetzt werden, und die Erfahrung lehrt, dass von diesen um so mehr absorbirt wird, je dichter sie sind; dass also die Capacität für das Licht mit der Verdichtung desselben wächst, wie es mit der Wärmecapacität geschieht. — Auf diese Art entstandene Verbindungen des Lichtes heissen *Phosphoren durch Bestrahlung* (oder *Insolation*). Diese Verbindungen sind aber auch ungemein zersetzbar, indem sie schon, in die Dunkelheit versetzt, das absorbirte Licht wieder langsam ausstrahlen oder *phosphoresciren*, und also auch hier wieder die Analogie mit den Resultaten der Wärmecapacität bewähren.

[Zu Phosphoren durch Bestrahlung eignen sich vorzüglich: manche Arten des Diamants (einige werden gar nicht leuchtend), der Bononische Leuchtstein, Canton's Phosphor, das Schwefelstrontium, das natürl. carbonsaure Strontiumoxyd, der Marmor, das azotsaure und wasserfreye muriumsaure Calciumoxyd und viele andere; doch phosphoresciren nach der Bestrahlung, obwohl minder stark, auch die krystallis. Boronsäure, das schwefels. Kaliumoxyd und viele andere Salze, der Hutzucker, gebleichtes Wachs, die Perlen, das Eis, das Antimonoxyd, der Bleyglanz, und die heterogensten Substanzen.

Gar nicht leuchtend werden dagegen: alle tropfbaren Flüssigkeiten, alle Metalle, der Schwefel, der Graphit, das Barym- Strontium- und Calciumoxyd, und noch viele andere Substanzen.

Alle diese Körper absorbiren bey niedrigerer Temperatur mehr Licht als bey höherer. Sie werden auch leuchtend in allen Modificationen des Lichtes; am meisten jedoch im violetten, am wenigsten (und einige gar nicht) im rothen Strahle.

Ungleiche Körper leuchten auch mit verschiedenem Lichte, z. B. der Diamant und bononische Leuchtstein mit gelbrothem, das Schwefelstrontium mit grünem Lichte u. s. w.; und diess bleibt sich gleich, mögen die Körper mit was immer für einer Modif. des Lichtes bestrahlt worden seyn: woraus man schliessen kann, dass das Licht entweder während der Absorbtion, oder während der Ausstrahlung eine chemische Veränderung erleide.

Statt der Bestrahlung können endlich die angeführten Körper auch durch elektr. Schläge leuchtend werden; zum offenbaren Beweise, dass die Bestandtheile des Lichtes und des elektr. Fl. qualitativ von einander nicht verschieden sind.] (*)

δ) *Entstehung des Lichtes.*

§. 380. Das Licht entstehet: *a*) durch Zersetzung des elektr. Fluidums; *b*) durch Zersetzung des Oxygengases; *c*) durch Zersetz. der Oxygenverbindungen anderer Art; *d*) durch die Gährung; *e*) durch die Fäulniss organischer Substanzen; *f*) durch den organischen Lebensprocess.

§. 381. *a*) Aus dem *elektr. Fl.* entstehet Licht auf zwey Wegen, je nachdem es nähmlich entweder in Licht und ein niedrigeres Oxygenaräoid zersetzt, oder mit mehr Aräon zu Licht verbunden wird.

Der erste Fall findet bey allen durch elektr. Fl. bewirkten Verbrennungen Statt, indem dabey (§. 313 *b*, *cc*, *aaa*, §. 359 *b*, *dd*, *ccc*) Oxyde entstehen, und ein Theil des Aräons mit wenig Oxygen zu Licht verbunden entweichet.

Der zweyte Fall erfolgt, wenn man das elektr. Fl. in ein bloss mit Aräon erfülltes Gefäss einströmen lässt (§. 359, *a*); wobey sich dieses augenblicklich mit dem Aräon zu Licht verbindet, aber als solches auch aus dem Gefässe strahlend entweichet. — Bey weitem das grösste Beyspiel der Lichtbildung dieser Art biethet aber die Natur selbst dar; indem täglich das an der Oberfläche des Erdballs erzeugte, und an der Luft haftend in die höheren Regionen übergehende elektr. Fl. (§. 378), eben so, wie wir diess an der Erdatmosphäre in den täglichen Erscheinungen der Ebbe

und Fluth wahrnehmen, durch die Attraction des Sonnenkörpers so lange ausgedehnt wird, bis es durch Vereinigung mit mehr Aräon in Licht übergehet, und als solches wieder an den Erdball zurückstrahlet, und so die Quelle seiner Beleuchtung bildet. (*)

[In diese Categorie der Lichterzeugung scheinen auch noch zum Theil wenigstens folgende Fälle zu gehören:

aa) Durch *Erhitzung*. Viele Körper werden leuchtend, wenn man sie in Stücken oder in Pulver auf mässig erhitzte, jedoch keineswegs glühende Platten von Metall, Thon oder Porzellan streuet. Körper, welche diese Eigenschaft besitzen, sind nicht nur fast alle jene, die durch Bestrahlung leuchtend werden, sondern auch manche von denen, die durch Insolation nicht zum Leuchten zu bringen sind; als z. B. Baryum - Strontium - Calcium - und Alumiumoxyd, viele Metalloxyde und Metalloxydhydrate, fette und flüchtige Oehle, ja selbst die Feilspäne vieler Metalle (die aber vielleicht während des Feilens oxydirt wurden).

Das Leuchten der erstern lässt sich allenfalls auch dadurch erklären, dass die Ausströmung des absorbirten Lichtes durch Wärme befördert wird; das der letztern hingegen muss wohl einen andern Grund haben. Man kann schliessen, dass dabey entweder die natürlich elektr. Atm., mit noch mehr Aräon verbunden in Licht umgewandelt ausstrahle, oder ein Theil des in den Körpern enthaltenen Oxygens mit Aräon zu Licht verbunden werde. Für beyde Vermuthungen spricht vorzüglich die Erfahrung, dass solche Körper bey starker Erhitzung die Fähigkeit zu leuchten gänzlich verlieren; für die letztere insbesondere der Umstand, dass die Metallspäne, wenn bey ihrer Bereitung zu stark angedrückt wurde (vielleicht weil eine Hitze entstand, bey welcher die Oxydation nicht Statt finden konnte) gar nicht leuchten. (*)

Hier reihet sich endlich auch noch die Erscheinung an, dass gewisse Körper bey mässigem Erhitzen *erglimmen*, oder eine schwache Lichtentbindung zeigen, und hierauf veränderte Eigenschaften besitzen, ohne am Gewicht merklich verloren zu haben. So verglimmt z. B. das Zirkoniumoxyd - Chromoxydul - und Eisenoxydhydrat, das überbasische arseniks. Eisenoxyd, das Rhodiumoxyd u. s. w. — Das Wahrscheinlichste bey diesen Körpern ist, dass sie entweder ihre

elektr. Atmosph. beym Erhitzen als Licht verlieren, oder aus höheren Aräoiden in niedrigere übergehen, und dann eine geringere Capacität für das elektr. Fl. besitzen u. s. w. Sie können also für die Isomerie nur zweifelhafte Belege liefern (§. 178).

bb) Durch *mechanische Gewalt*, als Reiben, Schlagen, Stossen und Pressen. Körper, die auf diese Art leuchtend werden, sind fast alle jene, die durch Bestrahlung oder Hitze dieselbe Eigenschaft erlangen. Es leuchten z. B. der Diamant schon durch Reiben mit einer Bürste; der *Canton'sche* und *Homberg'sche* Phosphor, der Dolomit, das muriums. Mercuroxyd, der Zucker u. s. w. durch Kratzen mit einer Feder; Edelsteine oder Zucker durch Schlagen mit einem hölzernen Hammer; Oxygengas und atmosphärische Luft, und eben so Wasser, Kaliumoxydauflösung, Alkohol, Aether, ätherische Oehle und Baumöhl durch rasche Compression in gläsernen Röhren. — Metalle, mehrere Schwefelmetalle und Metalloxyde, so wie die meisten Pflanzenstoffe hingegen, leuchten auf diesem Wege nicht.

Dass durch die hierbey angewendete mechanische Gewalt Wärme erzeugt werden kann, unterliegt wohl keinem Zweifel; ob aber die hier zum Vorschein kommende Lichtentbindung durch Befreyung des absorbirten Lichtes, oder durch Vereinigung der natürl. elektr. Atmosphäre der Körper mit mehr Aräon entstehet, oder aus dem in den Körpern enthaltenen Oxygen mit Aräon gebildet wird; oder ob vielleicht, am wahrscheinlichsten, bey einigen Körpern das eine, bey andern hingegen das zweyte oder dritte geschieht, muss die Zukunft lehren. — Hieher gehört endlich auch noch jene Lichterscheinung, die sich zeiget, wenn sehr verdichtete Luft sich plötzlich ausdehnen kann; wie z. B. bey dem *Gay-Lussac'schen* Experiment zur Demonstration der Wärmecapacität (§. 198), und bey der Entladung einer Windbüchse. Man bemerkt in solchen Fällen vor der Ausmündung der Büchse u. dgl. einen starken Lichtschein; dessen Erzeugung einige Naturforscher, weil sie mit reiner Luft nicht, wohl aber sehr gut mit staubiger Luft gelingt — der Reibung der Luft mit den festen Theilen zuschreiben: die aber sehr wohl auch aus der Compression der äussern Luft zu erklären ist (*Schw.* J. IX. 254).

cc) Durch die *chemische Verbindung anderer Körper*. Bey der chemischen Vereinigung zweyer Körper bemerkt man nicht selten Lichterscheinungen. So z. B. entsteht ein schwaches Leuchten, wenn man conc. Schwefelsäure rasch in auf-

einander folgenden Portionen von 2 Lothen in Wasser giesset. Ein hellrothes Erglühen erzeugt der Carraramarmor, wenn er gröblich gepulvert, dann mässig geglüht, und nach dem Erkalten ein Loth desselben, mittelst einem Spritzglase dergestalt mit Wasser besprengt wird, dass plötzlich viele Körner desselben Wasser bekommen. — Diese Erscheinung ist entweder von der Entweichung des absorbirten Lichtes abhängig, oder sie kann auch dadurch entstehen, dass durch Bildung der Hydrate der Schwefelsäure oder des Calciumoxydes die Capacität für das elektr. Fl. vermindert wird, und daher der überflüssig werdende Theil mit Aräon verbunden, als Licht entweichet. Oder es kann auch bloss durch die Erhitzung die natürliche elektr. Atm. in Licht übergehen (*Schw.* J. LVIII, 488. (✳)

dd) Durch *Krystallisation.* Bey der Krystallisation der Salze aus ihren wässerigen Auflösungen bemerkt man zuweilen auffallende blitzähnliche Lichterscheinnungen; *Pickel* beobachtete dieses am schwefelsauren Kaliumoxyd. *Giobert* glaubt, dass solche Erscheinungen besser gelingen, wenn die Flüssigkeit vorher eine Zeitlang dem Lichte ausgesetzt wird. *Berz.* und *Wöhler* bemerkten, als die Krystallisation bey + 20° C. eintrat, das Leuchten 2 Stunden lang, und fanden dass selbst die herausgenommene Krystallrinde noch fortleuchtete; dass aber dieselbe Krystallmasse, in ihrer Mutterlauge durch Erwärmung wieder aufgelöset, nachher bey der wiederholten Krystallisation nicht mehr leuchtete. — *Herrmann* beobachtete an den Krystallen, welche aus einer Auflösung von schwefels. Kabaltoxyd und Kaliumoxyd bey — 12° C. angeschossen waren, nachdem die Flüssigkeit bereits abgegossen worden, ein halbstündiges Funkensprühen. — *Berzelius* sah lebhafte blassgelbe Funken, als das flusssaure Sodiumoxyd aus der langsam abgedampften Auflösung krystallisirte. Bey Wiederholung des Versuches wiederholte sich jedoch diese Erscheinung nicht — Das schönste Funkensprühen bemerkte aber *Büchner*, als er aus Benzoeharz mittelst carbons. Sodiumoxydes gezogene Benzoësäure mit 1/6 Pflanzenkohle vermischt, aus einem Porzellanteller in eine darüber gestürzte Glasglocke durch mässige Hitze aufsublimirte (*Schw.* J. XL, 271; XLI, 225).

Ob diese Erscheinung von der Ausscheidung absorbirten Lichtes, oder von der veränderten Aggregatsform, und dar-

ausfolgender Verminderung der Capacität für das elektr. Fl. abhängig sey, ist noch zu entscheiden. (*)

§. 382. *b*) Durch *Zersetzung des Oxygengases* wird Licht erzeugt, wenn dieselbe im Wege des Verbrennungsprocesses (§. 265) vor sich gehet; und es ist nicht zu übersehen, dass auch jene Lichtentbindung in diese Categorie gehöret, welche beym Glühen erhitzter Körper überhaupt (§. 274, a) Statt findet.

Das bey Verbrennungsprocessen entstehende Licht ist, wie das durch die Sonne erzeugte, zusammengesetzt, und lässt sich also eben so durch das Prisma in die sieben Farbenstrahlen trennen; doch enthält es meistens von irgend einem gefärbten Strahle mehr, als zur Constituirung des weissen Lichtes erforderlich ist, und erscheint daher gefärbt. Auch ist dasselbe immer mit strahlendem Aräon (Wärmestrahlen) vermischt; daher denn auch ein Brennglas, auf welches die Strahlen des Feuers fallen, zwar das Licht, wie gewöhnlich bricht, zugleich aber von den auf dasselbe fallenden Wärmestrahlen erwärmt wird. (*)

§. 383. *c*) Durch *Zersetzung der Oxygenverbindungen* wird in dem Falle Licht erzeugt, wenn durch ihren Oxygengehalt andere Körper im Wege des Verbrennungsprocesses oxydirt werden; sie wirken also hier dem Oxygengas ganz analog. So werden z. B. viele brennbare Körper beym Zusammentreffen mit oxyd. muriumsaurem Gas (s. d. Art.) und mit conc. Azotsäure (s. d. Art.), und andere durch Reiben oder Erhitzung mit Hyperoxyden entzündet, und verbrennen sodann mit Lichtentbindung; weil diese Substanzen Oxygengas abgeben können, und somit den gewöhnlichen Verbrennungsprocess erzeugen. — In andern Fällen wieder sind Lichterscheinungen wahrnehmbar, wenn ein Oyyd durch Erhitzung mit einem Aräoid dergestalt zersetzt wird, dass sich das Substrat des Oxydes mit jenem Aräoid verbindet, während das Oxygen des Oxydes mit Aräon verbunden als Licht entweichet. Auf diese Art werden z. B.

der gemeine Schwefel und Phosphor, welche beyde etwas Oxygen enthalten, durch Erhitzung mit Metallen zersetzt, indem Schwefelmetalle entstehen.

§. 384. *d*) Durch die *Gährung* entstehet zuweilen auch Licht, wie diess *Göbel* zuerst wahrgenommen hat, als er mit Zucker versüssten Himbeersaft dem Gährungsprocesse überliess, und in die Spuntöffnung des Fasses eine Glasröhre aufgesetzt hatte. Das entweichende carbonsaure Gas leuchtete nähmlich so lange, bis es die Luft berührte. — Diese Erscheinung scheint den elektrischen anzugehören, so zwar, dass das entstandene elektr. Fl. in Licht überging. Dass aber elektr. Fl. entstehen konnte, wird begreiflich seyn, wenn man die grosse Analogie des späterhin vorkommenden Gährungsprocesses mit der galvanischen Batterie erkannt hat (s. Gährung).

§. 385. *e*) Die *Fäulniss organischer Substanzen* ist sehr oft von Lichtentbindung begleitet, wenn sie in mässiger Temperatur bey einem angemessenen Grade der Feuchtigkeit und wenig Wechsel der Luft erfolgt.

Unter den Vegetabilien ist hierzu vorzüglich das Holz geeignet, wie uns das in Kellern vorfindige leuchtende faule Holz ein Beyspiel gibt; doch leuchten durch Fäulniss auch andere Pflanzentheile, als: Torf, Wurzeln, Kartoffeln, Schwämme u. s. w.

Von den thierischen Substanzen sind unter den angezeigten Umständen vorzüglich die faulenden Fische zum Leuchten geschickt; doch leuchtet manchmahl auch das Fleisch der Säugethiere, Vögel und Amphibien.

[Das Leuchten faulender organischer Substanzen hat man auf verschiedene Weise zu erklären gesucht. — Einige meinten, dasselbe sey von sich entbindendem Phosphorhydrogengas abhängig. Dieser Ansicht widerspricht jedoch der Umstand, dass mehrere Substanzen leuchten, die keinen Phosphor enthalten, wie z. B. das Holz. — Andere schlossen auf die Entbindung einer organischen Materie, die dem Phosphor gleich, in Berührung mit der Luft ein langsames phosphorescirendes Ver-

brennen erleide. Gegen diese Ansicht führte man die Erfahrung an, dass die faulenden Vegetabilien auch in nicht oxygenhaltigen Gasarten fortleuchten. — Neuere Erfahrungen haben jedoch gezeigt, dass die thierischen Substanzen, vorzüglich faulende Fische, ohne Berührung mit Oxygengas oder atmosphärischer Luft, gar nicht leuchten; dass ferner die Vegetabilien, während sie leuchten, Oxygengas in Carbonsäure verwandeln; dass sie hierauf in oxygenfreyen Gasarten nur eine Zeitlang leuchten, aber wenn sie bereits zu leuchten aufgehört haben, durch Oxygengas wieder zum Leuchten zu bringen sind; und dass endlich aus faulendem Holze durch Auspumpen carbonsaures und etwas Oxygengas erhalten wurde. — Aus allen diesen Umständen hat man gefolgert, dass auch die Vegetabilien zum Leuchten das Oxygengas nöthig haben, und nur in so fern auch in andern Gasarten eine Zeitlang leuchten, als sie vorher Oxygengas absorbirt hatten. Man kann sonach mit Wahrscheinlichkeit schliessen, dass das Leuchten faulender Vegetabilien von der Zersetzung des sie berührenden Oxygengas, und der langsamen Verbrennung einer sich bildenden Carbon und Hydrogen enthaltenden Substanz abhängig sey.]

§. 386. *f)* Das *Leuchten in Folge des organischen Lebensprocesses* endlich bemerken wir eben sowohl an Pflanzen, als an Thieren. — So leuchten z. B. mehrere gelbe Blumen, als: *Calendula offic.* und *Tropaeolum majus* zuweilen nach Sonnenuntergang mit blitzähnlichem Schein. — Unter den Thieren sind es vorzüglich die niedern Classen, welche leuchten; z. B. das Johanniswürmchen, die Bohrmuschel, einige Medusenarten, u. v. a.

[Die Erzeugung dieser Phosphorescenz ist wohl ohne Zweifel ein Resultat des Lebensprocesses. Ob aber dabey das Licht durch Zersetzung des eingeathmeten oder absorbirten Oxygengases erzeugt wird (wie man aus dem Umstande, dass manche Insecten im Oxygengas stärker leuchten, aber im Hydrogengas, Azotgas u. dgl. zu leuchten aufhören, vermuthen möchte), oder auch durch Zersetzung des Wassers entstehet (zu welchem Schlusse der Umstand führet, dass die *Medusa pellucida* auch unter einer ausgepumpten Glocke im Wasser leuchtet), oder ob endlich dieses Leuchten elektrischen Ursprungs ist: diess muss die Zukunft lehren (*Schw.* J. XXIX, 450; XXX, 218; XXXIX, 259).]

ε) *Wirkungen des Lichtes auf unorganische Körper.*

§. 387. Die Wirkungen des Lichtes auf unorganische Körper gestalten sich sehr mannigfaltig, und zwar, so weit man bis jetzt urtheilen kann, bald Zersetzungen, bald Verbindungen einleitend.

Fälle der ersten Art zeigen z. B. die wässerige Azotsäure und oxydirte Murium- und Jodsäure, das Goldoxyd, das Mercuroxydul und das Bleyhyperoxyd, wenn sie den Sonnenstrahlen ausgesetzt sind; denn sie werden früher oder später unter Entbindung von Oxygengas in azotsaure azotigte Säure, in Muriumsäure und Jodsäure, in metallisches Gold, in metallisches Mercur und Mercuroxyd, und in rothes Bleyoxyd (Bleyhyperoxydul) umgewandelt.

[Es ist kaum zu zweifeln, dass bey diesen Desoxydationsprocessen das Licht, mehr Oxygen aufnehmend, in Oxygengas übergehet. Doch ist es auch möglich, dass das Licht vorher in elektrisches Fluidum verdichtet wird (§. 378), und als solches die Zersetzung bewirkt. Auch ist zu bemerken, dass diese Erfolge unter verschiedenen Umständen sehr variiren. So z. B. wird das Bleyhyperoxydul unter dem Einflusse schwächeren Lichtes nach und nach zu Bleyhyperoxyd oxydirt; wie man diess sehr oft an den äussern Schichten wahrnimmt, wenn das Bleyhyperoxydul in gläsernen Gefässen lange in einem mässig erleuchteten Zimmer stehet. Eben so sieht man das Mercuroxyd unter Wasser dem Lichte ausgesetzt, mit Entbindung von Oxygengas in schwarzes Mercuroxydul und metallisches Mercur zerfallen.]

Auf ähnliche Weise werden auch sehr viele Salze zersetzt. So z. B. wird das azotsaure und corbonsaure Silberoxyd am Lichte braun, weil es einen Theil der Säure verliert, und also eingemengtes Oxyd enthält. Auf gleiche Weise werden braun oder schwarz, das schwefelsaure, phosphorsaure und boronsaure Silberoxyd, ohne Zweifel, indem sie eine gleiche Zersetzung erleiden. Das muriumsaure Mercuroxydul insbesondere wird oft bis zum metallischen Zu-

stande reducirt, indem Muriumsäure und Oxygengas entweicht. — Am empfindlichsten ist jedoch in dieser Hinsicht das muriumsaure Silberoxyd; denn es wird am Lichte schneller, als andere Salze, zuerst schwach, dann immer stärker roth und violett, und endlich schwarz. Hat man bey diesem Versuche das Salz unter Wasser dem Lichte ausgesetzt, so findet man nachher in demselben freye Muriumsäure. Auch zeigt die Erfahrung, dass Azotsäure dem geschwärzten Salze kein Silberoxyd entzieht. Es ist also kein freyes Silberoxyd oder Silber vorhanden; wornach man schliessen muss: dass das neutrale Salz unter Verlust von Säure in bas. Salz übergegangen sey. Wird aber dieses Salz unter Wasser noch länger dem Lichte ausgesetzt, so zeigen sich zuletzt auch metallische Silberflitterchen; woraus hervorgeht, dass es sich endlich ganz und gar in Muriumsäure, Oxygengas und Silber zersetzen kann.

[Auf diese grosse Zersetzbarkeit des muriums. Silberoxydes gründet sich auch die Erfindung des *Landrian'schen Photometers* (Lichtmessers), welches aus einer mit diesem Salze überstrichenen Pappscheibe bestehet, die in einer an einem Puncte durchbrochenen Kapsel durch ein Uhrwerk dergestalt bewegt wird, dass jede Stunde ein anderer Theil der Scheibe dem Lichte ausgesetzt ist; so dass man also aus der schwächern oder stärkern Bräunung auch auf die Intensität des Lichtes schliessen kann. — Ein anderes Photometer construirte *Leslie* aus zwey gleichen Thermometern, deren eines an der Kugel mit Russ geschwärzt wurde, und eben darum demselben Sonnenlichte ausgesetzt (§. 337) mehr steigen musste, als das andere; so zwar, dass hierbey von der höheren Temperatur auch auf intensiveres Licht geschlossen werden konnte. (*Gilb.* An. V, 3; — *Schw.* J. XLVI, 122).]

§. 388. Fälle der zweyten Art, wobey durch das Licht Verbindungen eingeleitet werden, sind folgende. — Vermengt man untercarbonigsaures Gas mit dem gleichen Volumen muriums. 6fach oxydirter Muriumsäure, und setzt das Gemenge aus diesen Gasarten dem Lichte aus, so ver-

dichten sie sich auf das halbe Vol., indem Phosgensäure gebildet wird. — Vermengt man die gasförmige muriums. 6fach oxydirte Muriumsäure mit dem gleichen Vol. Hydrogengas, so vereinigen sich beyde Gase ganz ruhig zu Muriumsäurehydrat; bey Einwirkung des Sonnenlichtes jedoch erfolgt die Verbindung sehr rasch unter furchtbarer Explosion. — Ob hierbey das Licht bloss wie verdichtetes Aräon wirke, oder auf andere Weise, ist noch nicht vollkommen ausgemacht.

[In andern Fällen wieder, scheint das Licht auch genau so, wie das Oxygengas, oxydirend zu wirken. So z. B. gehet das Bleyhyperoxydul bey schwachem Lichte in Bleyhyperoxyd über (§. 387). — In noch andern Fällen ist diess jedoch zweifelhaft. So z. B. gehet der Phosphor in gläsernen Röhren hermetisch verschlossen, vom Lichte bestrahlt, im Hydrogengas, und selbst im luftleeren Raume zum Theile in Phosphoroxyd über. Diess lässt sich nicht bezweifeln, da man durch geeignete Mittel dieses Oxyd von dem noch nicht oxydirten Phosphor abscheiden kann. Man hat jedoch bey solcher Umwandlung keine Gewichtszunahme bemerkt. Es entstehet sonach die Frage: Ob dabey ein Theil des Phosphors durch das Glas entweichen könnte, oder ob das Licht nur die ungleiche Vertheilung des im gemeinen Phosphor enthaltenen Oxygens bewirkt hat?]

§. 389. Man hat die chemische Wirkung des Lichtes auch mit den vereinzelnten Strahlen desselben versucht, indem man das weisse Licht durch gefärbte Gläser auf die Körper fallen liess (§. 376); wobey es sich zeigte, dass gewisse Erfolge nur durch gewisse Strahlen des farbigen Lichtes bewirkt werden, durch andere wieder nicht. In den meisten Fällen ergab es sich aber, dass nach dem weissen Lichte die blauen und violetten Strahlen die grösste chemische Wirksamkeit bewährten; während die rothen keine solche Wirkung, und zuweilen sogar die entgegengesetzte hatten. Hiernach glaubte man in den beyden Extremen des prismatischen Farbenbildes einen directen Gegensatz zu finden, und insbesondere die blauen und violetten desoxydirende, die gelben und rothen hingegen oxy

dirende Strahlen nennen zu können; was aber durch die Erfahrung nicht bestätiget wurde, indem sich in vielen Fällen auch das Gegentheil zeigte. —

[Mit muriumsaurem Silberoxyd bestrichenes Papier wird nach *Seebeck* über, und im violetten Strahl röthlichbraun, im blauen blau oder blaugrau, im gelben schwach gelb oder ungefärbt, im rothen röthlich, unter dem rothen schwach röthlich. In jenem hellen Lichte, welches durch Vereinigung der grünen mit den rothen Strahlen mittelst Glaslinsen entstehet, wurde jenes Papier selbst in zwey Stunden nicht geschwärzt. War es durch weisses Licht geschwärzt, so wurde es unter gelbrothem Glase, also dem gelbrothen Lichte ausgesetzt, bald heller und schmutziggelb oder röthlich.]

ζ) *Wirkungen des Lichtes auf organische Körper.*

§. 390. Auf organische Körper wirket das Licht auf verschiedene Weise ein, je nachdem sie lebend sind oder nicht.

Des Lebens bereits verlustig gegangene organische Substanzen vegetabilischer Abkunft erleiden durch das Licht sehr auffallende Veränderungen, und es kommen vorzüglich zwey Fälle vor; je nachdem das Licht selbst oxydirend auf die organischen Theile einwirket, oder eine dritte Substanz zu solcher Wirkung veranlasset.

Den ersten Fall bemerken wir bey sehr vielen organischen Pigmenten, wie z. B. das Pigment des Saffflors, der Curcume, des Waues, des Brasilienholzes u. s. w.; welche selbst in ausgepumpten und hermetisch verschlossenen (zugeschmolzenen) gläsernen Röhren durch Einwirkung der Sonnenstrahlen auf solche Art verbleichen, wie diess auch auf andern Wegen durch Oxygen geschieht: indem sie höchst wahrscheinlich aus dem Lichte Oxygen aufnehmen.

Den zweyten Fall zeigen uns sehr viele unter jenen Salzen, die eine Basis enthalten, welche zur partiellen oder totalen Desoxydation geneigt ist. So z. B. wird die

Auflösung des muriumsauren Goldoxydes, wenn sie mit Kohle, Seide oder andern organischen Substanzen dem Sonnenlichte ausgesetzt ist, unter Ausscheidung metallischen Goldes zersetzt; indem das Oxygen des Goldoxydes, und nicht selten auch die Muriumsäure mit der organischen Substanz verbunden wird. — Eine Auflösung des muriums. Mercuroxydes in Aether wird in hermetisch verschlossenen Gläsern, nach *Vogel*, im rothen Lichte nicht verändert, im weissen und blauen Lichte dagegen in muriumsaures Mercuroxydul und muriums. Aether zersetzt. — Eben so verhält sich das muriumsaure Kupferoxyd und Uranoxyd u. s. w.

Wie sich organische Substanzen thierischer Abkunft zum Lichte verhalten, ist zwar weniger untersucht; aber wahrscheinlich ist ihr Verhalten das Umgekehrte, so zwar, dass sie unter der Bestrahlung desoxydirt werden. Dafür spricht wenigstens die Erfahrung, vermöge welcher solche Körper durch desoxydirende Substanzen, wie schwefligte Säure, sich bleichen lassen.

§. 391. Fallen hingegen die Lichtstrahlen auf lebende Organismen, so ist der Erfolg wenigstens bey den vegetabilischen gerade das Entgegengesetzte von dem, was sie auf bereits abgelebten organischen Substanzen bewirken; denn wir sehen sie in diesem Falle oxydirend auftreten.

Diess lässt sich sehr leicht durch den Versuch erweisen, wenn man grüne lebende Pflanzen (oder auch nur frisch abgeschnittene, also noch lebende Zweige) in eine mit Wasser gefüllte Glasglocke bringet, und so dem Lichte aussetzet; denn es zeigen sich sehr bald an der Oberfläche der Blätter (und zwar am häufigsten bey fleischigen Blättern) eine Menge kleiner Gasbläschen, die sich gesammelt, und untersucht, als Oxygengas bewähren. — Dass hierbey in den Pflanzen selbst Wasser und Carbonsäure zersetzt, und das Oxygen mit Aräon aus dem Lichte, zu Oxygengas vereinigt, ausgeschieden werde, diess wird

schon dadurch wahrscheinlich, weil erwiesenermaassen die Pflanzen unter dem Einflusse des Lichtes reicher an Carbon und Hydrogen, und zugleich dunkler von Farbe werden. Auch kann man aus weiterhin noch vorkommenden Umständen (s. d. III. Thl.) schliessen, dass das Licht hier nicht als solches wirke, sondern bey der Berührung der Pflanzentheile, unter Abgabe des zur vorhin erwähnten Oxygengasbildung erforderlichen Aräons in elektr. Fl. übergehe, und als solches dem Erdball zugeleitet werde (§. 378), und eben dadurch auch in anderer Art in der lebenden Pflanze wirksam sey. (*)

[Die Erfahrung hat auch gelehrt, dass nur die grüngefärbten Pflanzentheile Oxygengas entbinden, und dass diese Entbindung nicht bey allen Pflanzen oder Pflanzentheilen in gleichem Maasse vor sich gehet; ja sogar auch durch die Art des Lichtes mannigfaltig modificirt wird, und nahmentlich verschiedene Pflanzen im violetten, blauen oder reflectirten Lichte mehr Oxygengas entbinden, als im weissen unmittelbar auffallenden Lichte.]

Bey lebenden thierischen Organismen hat man zwar keine hinreichend bestimmende Erfahrungen; allein es scheint, dass auch bey diesen, wie bey den Vegetabilien, wenn sie lebend sind, durch Einwirkung des Lichtes das Entgegengesetzte von dem geschieht, was sie im leblosen Zustande erleiden. Dafür spricht wenigstens der Umstand, dass lebendige thierische Organismen im Sonnenlichte eine dunklere Färbung erlangen, also höher oxydirt werden. (*Suckow*, die chem. Wirkungen d. Lichtes. Darmst. 1832.)

η) *Functionen des Lichtes in der Natur.*

§. 392. Die einflussreiche Thätigkeit des Lichtes stellt dasselbe unmittelbar neben das Aräon und elektr. Fluidum; indem es, ausser den bereits angeführten Fällen der chemischen Wirksamkeit in Erzeugung und Zersetzung chemischer Verbindungen (§§. 387—391), auch noch einige andere Functionen in der Natur ausübt, die dasselbe durch ihre vielumfassende Allgemeinheit zu einem höchst wichtigen Agens erheben.

Durch seine Fähigkeit, an dichtern Körpern in elektr. Fl. und freyes Aräon zu zerfallen (§. 378), ist das Licht die immerwährende Quelle des elektr. Fl. und des Aräons in der grossen Natur, und also mittelbar auch die Ursache fast aller elektr. Thätigkeiten und Wärmeerscheinungen; so wie umgekehrt, das elektr. Fluidum die immerwährende Quelle des Lichtes ist (§. 359, *a*), und mithin beyde sich unaufhörlich eines aus dem andern in demselben Maasse ersetzen, als sie im Wechsel von Tag und Nacht zerstört oder consumirt worden sind. (*)

Durch seine Fähigkeit auf lebende Organismen, je nachdem sie vegetabilischer oder thierischer Art sind, bald desoxydirend, bald oxydirend einzuwirken, und sehr oft zugleich elektr. Fl. an dieselben abzugeben (§. 391), ist das Licht der mächtigste Hebel für das Gedeihen und Wachsen der Vegetabilien, und ein sehr wichtiges Hülfsmittel zur vollkommenen Ausbildung der Thiere (s. d. III. Thl.).

[Aus diesen Oxydations- und Desoxydationsprocessen erklären sich sodann eine grosse Anzahl bey Organismen vorkommender sehr auffallender Erscheinungen. So z. B. die höhere *Färbung vegetabilischer* und *thierischer Organismen*, im ersten Falle durch Ausscheidung, im zweyten durch Aufnahme des Oxygens (§. 391). — (*)

Es erklärt sich ferner, warum wir durch starke Beheitzung der Wohnungen, oder durch Tanzen oder heftige Bewegungen anderer Art im Winter einen *Schweiss* entstehen sehen, welcher fast geschmacklos ist; während der im hohen Sommer durch Einwirkung des Lichtes hervorgerufene Schweiss sich durch einen auffallend salzigen Geschmack auszeichnet: denn man wird es natürlich finden, dass der im Winter bloss durch Vermehrung der Wärme erzeugte Schweiss gleichsam nur eine Destillation der in den Gefässen der allgemeinen Bedeckung enthaltenen Flüssigkeiten seyn kann; während der im Sonnenscheine durch Zerlegung des Lichtes hevorgebrachte Schweiss zugleich auch, eben durch Einwirkung des Lichtes, mit Oxygen beladen seyn, und daher einen scharfen Geschmack besitzen muss. (*)

Ja man wird sich endlich auch über jenes noch nie erklärte göttliche Geschenk der Natur eine wahrscheinliche Rechenschaft

geben können, vermöge welchem das thierische Auge die Fähigkeit besitzt, bey Anwesenheit des Lichtes das Daseyn anderer Gegenstände, selbst in grösserer Entfernung, wahrnehmen zu können; denn man wird in dem Oxygen, welches durch die Zerlegung der in das Auge fallenden Lichtstrahlen auf die Netzhaut des Sehorgans abgesetzt wird, ein hinreichendes Reitzmittel entdecken, um daraus die *Empfindung des Sehens* erklären zu können, und es wird ein Leichtes seyn zu begreifen, wie die verschiedenen Strahlen des Lichtes, eben durch ihren verschiedenen Oxygengehalt, auf verschiedene Weise das Auge afficiren und das Gefühl verschiedener Farben erzeugen können; wie die Richtung, in welcher die Strahlen in das Auge fallen uns den Standort des Körpers, von dem sie ausgingen oder reflectirt wurden, bemerklich machen; wie die Menge derselben das Gefühl von Licht und Schatten erregen kann; wie der Umriss, in welchem das Licht, die Netzhaut des Auges, bestrahlt, die Form, die Geschwindigkeit des einfallenden Lichtes hingegen die Entfernung des gesehenen Körpers bestimmen muss; und wie endlich die salzige oder oxydirte Beschaffenheit der Thränenfeuchtigkeit, und die grosse Erhitzung der Augen bey angestregtem Sehen, nur das Resultat der Zersetzung des Lichtes seyn kann, und zugleich die gegebene Theorie mächtig unterstützt.] (*)

i) *Anwendung des Lichtes.*

§. 393. Aus den angeführten Eigenschaften des Lichtes folgert sich nun auch leicht die mannigfaltige Benützung desselben für die Zwecke der Kunst.

Die Zerlegbarkeit des Lichtes in Strahlen von verschiedener Farbe (§. 374) lehrt uns, indem wir die Oberflächen der Körper durch chemische Veränderung, oder durch Belegung mit andern Materien dergestalt umwandeln, dass sie nur gewisse Strahlen des Lichtes zurückwerfen, die edeln Künste der *Bleicherey*, *Färberey*, *Kattundruckerey* und *Mahlerey* begründen. Sie lehrt uns eben so unsere Wohnungen besser beleuchten; indem wir die Wände mit hellern Farben überziehen, damit das Licht darauf langsamer zersetzt werde (§. 377).

Die Brechbarkeit des Lichtes biethet uns mit Hülfe des

Brennglases und Brennspiegels ein Mittel zur Erregung der *heftigsten Hitze* dar (§. 376).

Die chemische Einwirkung des Lichtes auf andere Körper lehrt uns die Benutzung desselben für chemische Zwecke, und gibt uns die Vorsichtsregeln für jene Fälle an die Hand, wo das Licht nachtheilig auf unsere Arbeiten einwirken könnte.

Die Eigenschaft des Lichtes endlich, an verschieden gefärbten Körpern mit mehr oder weniger Wärmeerzeugung zerlegt zu werden, lehrt uns: wie man sich im Sommer durch Kleider von heller Farbe gegen die, durch Zerlegung des Lichtes entstehende, Hitze sichern soll, und wie man durch schwarze Wände in den Gärten mehr Wärme entbinden und dadurch die Vegetation befördern kann u. s. w.

[Auch über das Wesen des Lichtes sind die meisten Naturforscher anderer Meinung, als die hier vorgetragene ist.

Einige nehmen, nach *Newton*, einen eigenthümlichen Lichtstoff an, welcher unaufhörlich von der Sonne ausströmt; wesshalb diese Hypothese auch die *Emanations-Theorie* genannt worden ist. Bey dieser Ansicht muss man aber sodann auch voraussetzen, dass jeder Körper, welcher beym Verbrennen Licht entbindet, gebundenen Lichtstoff enthält, also auch das Platin, Gold u. s. w. — Man muss ferner, da sich ein immerwährendes Ausströmen ohne Verminderung der Masse nicht denken lässt, eine ununterbrochene Abnahme des Sonnenkörpers voraussetzen; die höchst unwahrscheinlich, und überdem schon mit dem Verschwinden des Lichtes in der Luft, insbesondere aber mit dem Umstande unverträglich ist, dass zwey Lichtstrahlen, wenn sie sich unter gewissen Umständen treffen (nach *Young*), vernichtet werden, und augenblicklich zu leuchten aufhören.

Andere setzen mit *Euler* voraus, es existire eine höchst feine Flüssigkeit, der *Aether*, welche den ganzen Weltraum erfülle, und so ungemein leicht beweglich sey, das sie schon durch sehr geringe Veranlassungen in allen Richtungen bis auf unendlich grosse Entfernungen in zitternde oder wellenförmige Bewegung gerathe, und eben dadurch die Lichterscheinungen bewirke. Diese Theorie — die man nach der vorausgesetzten Bewegung im ersten Falle die *Vibrations-* (Erzitterungs-) *Theorie*,

im zweyten hingegen die *Undulations-* (Wellen-) *Theorie* genannt hat, — erklärt zwar viele mechanische Eigenschaften des Lichtes sehr consequent; aber unerklärt lässt sie alle chemischen Wirkungen desselben: auch möchte sie wohl schwerlich definiren können wie es zugehet, dass ein Zimmer mit Wänden aus dünnem, also sehr porösem schwarzem Fliesspapier vom hypothetischen Aether nicht durchzittert (nicht erleuchtet) wird; während gleichwohl, wenn in jene Wände 1 Fuss dicke Tafeln von Glas eingesetzt werden, das Erzittern (die Erleuchtung) durch das Glas in alle Theile des gedachten Zimmers fortgesetzt wird. (✱)

In neuester Zeit hat ein gewisser Physiker, aus Mangel an chemischen Kenntnissen, behauptet, alle übrigen Ansichten über das Licht, und insbesondere die in diesem Werke befolgte, seyen durch die Undulationstheorie widerlegt. Gegen diese Declaration muss hier noch erinnert werden, dass dieselbe der Reihe der Irrungen angehört; indem die Undulationstheorie nur allein die mechanische Seite des Lichtes angehet, und mithin mit dem, was das Licht ist, und in chemischer Hinsicht wirket, ganz und gar nicht collidirt; so zwar, dass sich auch das Licht des Verfassers, unbeschadet seiner Zusammensetzung und chemischen Eigenschaften, herbeylassen kann, so zu erzittern oder zu unduliren, wie es jene Theorie fordert. (✱)

Noch Andere endlich sehen das Licht als eine Verbindung aus + und — Elektr. an; die sich von dem Wärmestoff nur durch ein anderes Mischungsverhältniss der beyden Bestandtheile unterscheidet. — Dieser Ansicht widerspricht jedoch der Umstand, dass man bey der Entstehung der Wärme durch Licht, und umgekehrt, jenes greile Hervortreten eines Ueberschusses von + oder — Elektr., welches dieser Theorie gemäss Statt finden müsste, keinesweges wahrnehmen kann. (✱)

I. Verbindungen des Oxygens auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.

§. 394. Das *Oxygen* (- Aräoid), = O̲, zeiget zu (wahrscheinlich) allen übrigen Stoffen (Aräoiden) eine grössere Verwandtschaft, als diese unter sich selbst, und gehet daher auch mit allen chemische Verbindungen ein; die in der Regel schärfer ausgesprochen sind, als die kein Oxygen enthaltenden (§. 32), und die man *Oxygenverbindungen* nennet.

[Als das wievielte Aräoid das Oxygen in die verschiedenen Oxygenverbindungen eingehe, lässt sich zur Zeit noch nicht bestimmen, daher dasselbe in allen solchen Fällen auch nur mit $\underline{O}$ bezeichnet werden kann (§. 256). Wahrscheinlich ist es wohl, dass nur die drey ersten Aräoide = $\underset{\cdot}{O}$, $\underset{\cdot\cdot}{O}$, $\underset{\cdot\cdot\cdot}{O}$ in solchen Verbindungen enthalten sind. Aber es könnte möglich seyn, dass vielleicht in seltneren Fällen auch höhere Aräoide darin vorkämen; z. B. in jenen Verbindungen, die schon bey geringer Veranlassung mit starkem blitzähnlichem Leuchten explodiren (§. 507, *f.*)]

1. ***Darstellung der Oxygenverbindungen auf der 2. St. der Zus.***

§. 395. Zur Darstellung der Oxygenverbindungen auf der 2. St. der Zusammens. wird, je nach der Verschiedenheit in der Cohäsion und Verwandtschaft der mit dem Oxygen zu vereinigenden Substanzen, oder auch in der Verdichtung des Oxygens selbst, bald eine höhere, bald eine niedrigere Temperatur erfordert; oft reichet jedoch auch die gewöhnliche Wärme hin, sie einzuleiten: und Körper, bey welchen diess der Fall ist, treffen wir daher auch — mit Ausnahme einiger Mineralien, welche im Innern der Erde von der Berührung mit dem Oxygen der Atmosphäre ausgeschlossen sind — in der Natur mit dem Oxygen bereits vereiniget an. — Durch die Kunst können diese Verbindungen auf folgenden Wegen dargestellt werden.

a) *Durch Zersetzung der höheren Oxygenoräoide*, als des Oxygengases (§§. 263 — 265), des galv. elektr. Fluidums, (§. 313, *cc*), des gem. elektr. Fl. (§. 359), und endlich des Lichtes (§§. 388 und 390); wobey diese höheren Aräoide, mit wenigen Ausnahmen, bald durch ruhige Absorbtion, bald im Wege des Verbrennungsprocesses, unter Entweichung von Aräon, auf niedrigere Oxygenaräoide herabgesetzt, und so mit andern Aräoiden verbunden werden.

b) Durch *Zersetzung anderer Oxygenverbindungen* mittelst solcher Aräoide, die man in Oxygenverbindungen umstalten will. Die Aräoide werden zu dem Ende

mit solchen Oxygenverbindungen in Berührung gebracht, die das Oxygen weniger festhalten; worauf die Zersetz. bey einigen schon in gemeiner, bey andern wieder nur in gesteigerter Temp. erfolgt, und indem die beabsichtigte neue Oxygenverbindung entstehet, die ältere bald gänzlich zersetzt, bald auch, je nach den Verwandtschaftsverhältnissen, nur zum Theil ihres Oxygens verlustig wird.

[Sodium, mit Wasser zusammengebracht, verbindet sich mit dessen Oxygen zu Sodiumoxyd, welches vom Wasser aufgelösst wird; während der andere Bestandtheil des Wassers als Hydrogengas entweicht. — Kalium mit Eisenoxyd erhitzt, gehet in Kaliumoxyd über, während das Eisenoxyd durch Verlust des Oxygens entweder in Eisenoxyduloxyd oder metallisches Eisen umgewandelt wird. — Bleyoxyd mit Carbonoxydul geglüht, gibt metallisches Bley und entweichende untercarbonige Säure.]

c) *Durch Ausscheidung bereits gebildeter Oxygenverbindungen aus höheren Zusammensetzungen.* Diess geschieht meistens dadurch, dass man auf die höheren Zusammensetzungen solche Oxygenverbindungen wirken lässt, die vermöge näherer Verwandtschaft die gesuchte Oxygenverbindung ausscheiden, und an ihrer Stelle in die höhere Zusammensetzung eingehen können; oft aber auch dadurch, dass man eine höhere Zusammensetzung durch Hitze zerstört, und dann die gesuchte Oxygenverbindung entweder verflüchtiget wird, oder im Rückstande bleibt.

[Glühet man schwefels. Eisenoxyd mit Sodiumoxyd, so verbindet sich das Sodiumoxyd mit der Schwefelsäure zu schwefels. Sodiumoxyd; während das Eisenoxyd abgeschieden wird, und durch Auswaschen mit Wasser von jener neuen Verbindung abgesondert werden kann. — Azotsaures Eisenoxyd lässt beym Erhitzen seine ganze Säure fahren, während Eisenoxyd im Rückstande bleibt. —]

§. 396. Der chemische Process, durch welchen Oxygenverbindungen erzeugt werden, es möge diess nun mit

oder ohne Lichtentbindung geschehen (§§. 264 — 267, und §. 395 *a*, *b*), oder es mögen die zu verbindenden Stoffe isolirt, oder an andere Stoffe gebunden zur Anwendung kommen, wird der *Oxydationsprocess* (die *Oxydation*, *Oxydirung*), der mit dem Oxygen verbindbare Körper aber ein *oxydirbarer Körper*, oder, wenn er bereits mit demselben verbunden ist, ein *oxydirter Körper* genannt.

Die Producte des Oxydationsprocesses können aber wieder, je nachdem mehr oder weniger Oxygen in die Mischung derselben eingegangen ist, und je nach Verschiedenheit der andern Bestandtheile solcher Verbindungen, sehr verschiedene, und oft ganz entgegengesetzte Eigenschaften erlangen, wornach sie sich entweder als *Säuren*, oder als *Oxyde* (Basen) charakterisiren (§§. 33 und 34); und jener Process wird sodann, obwohl diese Benennungen auch oft mit einander verwechselt, oder als gleichbedeutend gebraucht werden, im ersten Falle, wenn nähmlich Säuren entstehen, die *Oxygenirung (Säuerung, Oxygenation)*, und nur im letzten Falle, wo ein Oxyd entstehet, die *Oxydirung* genannt: so wie auch die der Oxygenirung fähigen Stoffe, wie z. B. der Schwefel, Phosphor, das Arsenik und dgl., *oxygenirbare Grundlagen (säurefähige Grundlagen, Säure-Basen, Säure-Substrate, Säure-Radicale)*, die zur Oxydbildung geeigneten hingegen, z. B. Kalium, Alumium, Eisen und dgl., *oxydirbare Grundlagen (oxydirbare Basen, Oxyd-Substrate* u. s. w.) heissen. Doch gibt es, wie die Erfahrung lehrt, auch Grundlagen, die, nach der Menge des aufgenommenen Oxygens, bald Säuren, bald Oxyde bilden, z. B. der Phosphor, das Azot, der Schwefel, das Molybdän u. s. f.

§. 397. Die grosse Anzahl möglicher Oxygenverbindungen hat viele Versuche veranlasset zu einer unterscheidenden Charakteristik derselben; die aber alle scheitern mussten, weil jene in ihren Eigenschaften, in jeder Beziehung von einem Extreme zum andern übergehen, und so-

gar alle Abstufungen des Ueberganges dahin manifestiren. Nicht minder unglücklich war man auch mit der Unterabtheilung derselben in mehrere Classen, Ordnungen u. s. w.

Man theilte sie zuerst in *Basen* und *Säuren*, indem diejenigen, welche die blauen Pigmente ins Grüne umwandelten *Basen*, jene hingegen, welche das blaue Pigment ins Rothe überführten, oder das durch Basen geröthete Pigment wieder blau färbten, und bey einem Uebermaass sogar rötheten, *Säuren* genannt wurden (§§. 33 und 34). Doch liess sich diese Eintheilung nur bey einer geringen Anzahl der Oxygenverbindungen durchführen; weil bey weitem die meisten derselben im Wasser unauflöslich befunden wurden, und eben darum auf die Pigmente nicht wirken konnten; und weil mehrere derselben eine verkehrte Reaction, und endlich sogar höher zusammengesetzte Substanzen eine ähnliche Wirkung zeigten.

[Blaue Pigmente, die durch Säure roth, durch Basen (Alkalien) grün werden, sind dasjenige des *Veilchens* und des *blauen Kohls*, u. s. w. Man hat aber auch mehrere andere Pigmente als Reagentien auf Säuren und Basen angewendet, so z. B. das des *Fernambukholzes*, des *Lackmus* und der *Curcuma* u. s. w. Das Pigment des Fernambuks und Lackmus ist roth, wird aber durch Basen (Alkalien) blau, und dann durch Säuren wieder roth, das Curcumapigment ist gelb, wird aber durch Alkalien braun. — Sollen diese Pigmente zur Reaction dienen, so werden sie entweder in der wässerigen Auflösung (als Tinkturen) verwendet, oder man tränket Druckpapierstreifen mit diesen Auflösungen, lässt sie trocknen *(Reagenzpapiere)*, und tauchet diese beym Versuche in die zu prüfenden Flüssigkeiten, um daran die Farbenänderung zu beobachten.

Murray fand, dass die Boronsäure auf Curcuma wie ein Alkali bräunend wirkte; dass das essigsaure Bleyoxyd, das azotsaure und schwefels. Kupferoxyd, und das salzsaure Platin- und Goldoxyd, das blaue Pigment des Veilchens, blauen Kohls u. s. w. grün färbten, und dass endlich durch eben diese Salze, so wie durch die Boronsäure, das gelbe Pigment des Waues geröthet werde. (*Schw.* J. XXXIII, 486.)]

Dieser Unzulänglichkeit zu entgehen, beschloss man daher, in der Folge jede oxydirte Substanz, welche sich mit bereits anerkannten Säuren zum Salze verbinde, zum *Oxyde*, und jede, welche mit bereits näher erkannten Oxyden Salze bilden könne, zur *Säure* zu erklären. Doch konnte auch diese Maassregel schon desshalb nicht zum Zwecke führen; weil sich so viele Oxyde mit Oxyden, und Säuren mit Säuren zu salzartigen Verbindungen (§. 42 u. s. f.) vereinigen, und einige sogar, wie z. B. das Wasser, weder wie Säure, noch wie Basis auf die Pigmente reagiren, und sich zugleich eben sowohl mit den Säuren, als mit den Basen verbinden lassen.

[Man hat das Wasser in dieser Beziehung ein *Oxydoid* genannt.]

§. 398. Die weitere Unterabtheilung der Säuren, wie der Oxyde, suchte man ferner einmahl aus der darin enthaltenen Oxygenmenge, und einmahl aus der Eigenthümlichkeit der darin enthaltenen oxydirbaren Grundlagen abzuleiten.

In Beziehung auf die Oxygenmenge kam man nach mehreren andern Versuchen endlich auf die bereits früher (§. 35) angeführte Anordnung; indem die Oxygenverbindungen entweder numerirt, oder in aufsteigender Ordnung, Suboxydul, Suboxyd, Oxydul, Oxyd, Hyperoxydul, Hyperoxyd, -igte Säure, Säure, oxydirte Säure, überoxydirte -igte Säure, und überoxydirte Säure, genannt wurden.

[Bey diesen Benennungen beabsichtigte *Berzelius*, nebst den Oxydationsstufen zugleich die Andeutung anderer wesentlicher Eigenschaften. *Suboxydul* und *Suboxyd* nannte er diejenigen, welche zu wenig Oxygen enthalten, um mit Säuren zu Salzen verbunden werden zu können. — *Oxydul* und *Oxyd* nennet er diejenigen, welche sich, ohne Oxygen aufzunehmen oder zu verlieren, mit Säuren zu Salzen verbinden; die daher auch *salzfähige Basen* heissen. — *Hyperoxydul* und *Hyperoxyd* sind diejenigen, welche der Verbindung mit Säuren unfähig sind,

und in dieselbe nur dann eingehen können, wenn sie vorher einen Theil des Oxygens verloren haben. — Die *-igten Säuren* (unvollkommene Säuren) sind jene, welche zwar sich schon wie Säuren verhalten, aber durch Aufnahme von mehr Oxygen diese Eigenschaft noch energischer zeigen. — *Säuren (vollkommene Säuren)* sind jene Säuren, die entweder nicht mehr höher oxydirt werden können, oder, wenn sie mehr Oxygen aufnehmen, dadurch an Verwandtschaft als Säure verlieren. — *Oxydirte Säure, überoxydirte -igte Säure,* und *überoxydirte Säure* heissen sie in steigender Ordnung, wenn irgend ein oxydirbarer Stoff, *über* der eigentlichen Säure noch mehrere Oxydationsstufen hat, die sich wie Säuren verhalten. — Mit *Superoxydul* und *Superoxyd* bezeichnete *Berz.* insbesondere jene Oxyde, die dann entstehen sollten, wenn eine normale Säure mehr Oxygen aufnahm, und dabey den Charakter der Säure wieder verlor (z. B. oxydirte Salzsäure, oder Salzsäure-Superoxydul). — Auch diese Eintheilung hat in neuerer Zeit bedeutende Einschränkungen erlitten. So z. B. hat man neuerlich zwischen den angezeigten Abstufungen noch andere Abstufungen der Säuren entdeckt, z. B. zwischen der Schwefelsäure und schwefligten Säure, und zwischen dieser und dem Schwefeloxyd. Solche Säuren hat man sodann dadurch bezeichnet, dass man dem Nahmen der nächst höheren Oxydationsstufe das Wort: *Unter* vorsetzte. Z. B. *Unterschwefelsäure* und *unterschwefligte Säure.*

Die Elektrochemiker theilen alle Oxygenverbindungen im Allgemeinen in *elektropositive Oxyde* (die Basen) und *elektronegative Oxyde* (die Säuren) ein.]

In Beziehung auf die Grundlagen oder Substrate der Oxygenverbindungen hat man die Oxyde zunächst in ***Oxyde der nicht metallischen, und der metallischen Stoffe***, und diese letztern wieder in ***Metalloidoxyde*** und ***Metalloxyde*** eingetheilt; je nachdem sie eine nicht metallische, oder metallische Substanz zum Substrate hatten, und im letzten Falle dieses Substrat den Metalloiden oder Metallen angehörte. — Da sich indessen, wie weiterhin vorkommen wird, weder zwischen den metallischen und nicht metallischen Stoffen, noch zwischen den Metalloiden und Metallen eine scharf definirte Gränze ziehen lässt, so bleiben auch diese Bestimmungen im höchsten Grade schwankend.

— Es wurden ferner die Säuren in *Säuren mit einfacher*, und *Säuren mit mehrfacher Grundlage* eingetheilt. Zu den erstern zählte man diejenigen, welche nur einen Stoff als Substrat enthielten, wie z. B. die Schwefelsäure, Phosphorsäure u. s. w. Die letztern wurden wieder in *Säuren mit 2facher* oder *3facher Grundlage* eingetheilt, je nachdem sie vermeintlich als oxygenirtes Substrat, Carbon und Hydrogen, oder Carbon, Hydrogen und Azot enthielten. — Dass jedoch auch diese Eintheilung nur auf falschen Voraussetzungen beruhe, werden wir bey den organischen Verbindungen (Th. III.) einsehen.

[Es haben endlich in neuerer Zeit die meisten Naturforscher sich zur Annahme bewegen lassen, dass auch das Hydrogen, wie das Oxygen fähig sey, durch seine Vereinigung mit einigen andern Stoffen Säuren zu bilden, und sie haben diese Verbindungen sodann *Hydrogensäuren (Wasserstoffsäuren)* genannt; während sie die vom Oxygen erzeugten *Oxygensäuren (Sauerstoffsäuren)* heissen. — Welcher Irrthum hier zum Grunde liege, wird uns bey dem Art. Murium noch deutlich werden.

In der ältern Zeit wurden die Metalloxyde oft auch *Metallkalke* und *Halbsäuren* genannt, z. B. das Bleyoxyd: Bleykalk oder Bleyhalbsäure.

Die lateinische Benennung der verschiedenen Oxydationsstufen geschieht nach Berzelius auf die Art: dass man dem Nahmen des Säuresubstrates die Endigung *icum* oder *osum* anhänget, oder bey der Bezeichnung der Untersäuren die Sylbe *sub* vorsetzt, bey den Oxyden aber, entweder eben so verfährt, oder den Nahmen der oxydirbaren Grundlage als Beywort dem Oxydationszustande beyfügt. Beyspiele: Kaliumsuboxyd = *Kalium suboxydatum* oder *Suboxydum Kalicum*; Eisenoxydul = *Ferrum oxydulatum* oder *Oxydum ferrosum*; Eisenoxyd = *Ferrum oxydatum* oder *Oxydum ferrosum*; Eisenoxydul-oxyd = *Oxydum ferreum*; Bleyhyperoxydul = *Plumbum hyperoxydulatum* oder *Hyperoxydum plumbosum*; Bleyhyperoxyd = *Plumbum hyperoxydatum* oder *Hyperoxydum plumbicum*; unterschwefligte Säure = *Acidum subsulphurosum*; schwefeligte Säure = *Acidum sulphurosum*; Unterschwefelsäure = *Acidum subsulphuricum*; Schwefelsäure = *Acidum sulphuricum*.]

§. 399. Bey dieser grossen Unstatthaftigkeit aller Classificationen der Oxygenverbindungen wird es also viel zweckmässiger seyn, wenn wir der zwangvollen Eintheilung derselben entsagen, und daher alle Oxygenverbindungen als dasjenige ansehen, was sie wirklich sind, nähmlich als eine eigene zusammenhängende Reihe von Körpern; die, dem allenthalben ausgesprochenen Naturgesetze folgend, zwar nach einer allmähligen Abstufung von einem Extreme zum andern übergehend, an den entgegengesetzten Enden sehr verschiedene, und also auch basische und saure Eigenschaften zeigen kann: deren Glieder aber, nicht weil sie sauer oder basisch reagiren, sondern weil sie auf gleicher Stufe der Zusammensetzung stehen (§. 20), sowohl unter sich, als auch mit andern gleich hoch zusammengesetzten Substanzen in energisch-chemische Verbindung zu treten fähig sind.

[Bey dieser Ansicht verschwinden die meisten Anomalien, und fast alle jene Widersprüche, die nicht zu vermeiden sind; sobald man sich durch eine steife Systemsucht verleiten lässt, Regeln zu vertheidigen, die den Gesetzen der Natur widerstreben, und eben darum die Zahl der Ausnahmen nicht selten so weit vermehren, dass sie endlich die Anzahl der den Regeln entsprechenden Fälle sogar übersteiget. — Wenn also in der Folge die bereits üblichen Benennungen und Eintheilungen dennoch beybehalten werden, so geschieht diess nur allein, um gegen die allgemein gültige Sprache nicht zu verstossen; nur ist nicht zu übersehen, dass sie nicht unbestreitbare Wahrheiten, sondern bloss Mittel sind, zur bequemen Unterscheidung ungleicher Substanzen. (*M. Handb.* II. §. 334 und s. f.)]

§. 400. Ungleich wichtiger, als jene willkührlichen Eintheilungen, ist die Betrachtung der Oxygenverbindungen in Beziehung auf ihre Mischungsverhältnisse und auf ihre gegenseitige Verbindung zu mehrfach zusammengesetzten Körpern (§. 37 und s. f.): denn da sie unter allen Verbindungen am schärfsten ausgesprochen, und also unsern Sinnen auch am deutlichsten wahrnehmbar sind; so geben sie uns gleichsam in beyden Beziehungen den Typus der

Gesetze, nach welchen sich auch alle andern Substanzen zu mehrfachen Verbindungen vereinigen.

2. *Zersetzung der Oxygenverbindungen auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.*

§. 401. Die Zersetzung dieser Oxygenverbindungen kann nur in zweyerley Art geschehen, nähmlich: entweder mit Ausscheidung des Oxygens, oder mit Ausscheidung des Substrates.

Unter Ausscheidung des Oxygens werden die Oxygenverbindungen zersetzt, wenn man sie der Einwirkung des verdichteten Aräons, oder der höheren Oxygenaräoide, d. i. des Lichtes und des elektr. Fl. aussetzet: denn es wird in solchen Fällen das Aräon oder das Licht, oder das elektr. Fl. mit dem Oxygen zu Oxygengas verbunden und ausgeschieden; während das Substrat der Oxygenverbindung, entweder als solches, oder, wenn es nur einen Theil des Oxygens abgegeben hat, als ein niedrigeres Oxyd zurückbleibt, oder ausgesondert wird.

[Auf solche Art zerfällt durch *Hitze*: das Mercuroxyd in Oxygengas, und metallisches Mercur (§. 261) und das Manganhyperoxyd in Oxygengas und Manganoxyd; durch *Licht*: das Goldoxyd in Oxygengas und metall. Gold, und das Bleyhyperoxyd in Bleyhyperoxydul (§. 387); durch *elektr. Fl.*: das Wasser in Oxygengas und Hydrogengas (§. 321) u. s. w.]

Unter Ausscheidung des Substrats geschieht die Zersetzung der Oxygenverbindungen, wenn sie mit solchen Körpern in Reaction gebracht werden, welche dem Oxygen näher verwandt sind, als die in jenen Verbindungen enthaltenen Substrate oder Grundlagen; so zwar, dass diese letzteren ausgeschieden, und die einwirkenden Agentien mit dem Oxygen zu neuen Oxygenverbindungen vereinigt werden.

[Auf solche Weise erhält man, bey der Zersetzung des Wassers durch Sodium: Sodiumoxyd und Hydrogengas; des Eisenoxydes durch Kalium: Kaliumoxyd und Eisen; des Bley-

oxydes durch Carbonoxydul: untercarbonige Säure und Bley (§. 395, *b*).]

Eine eigene Modification dieser Processe ergibt sich aber in dem Falle, wenn die Oxygenverbindung ein Hyperoxyd ist, und ihr Substrat überdem zum zersetzenden Körper eine grosse Verwandtschaft hat; denn es entsteht dabey, nebst einer neuen Oxygenverbindung, auch noch eine andere, auf der zweyten Stufe der Zusammensetzung stehende Verbindung, und wird nicht selten auch noch ein höheres Oxygen-Aräoid ausgeschieden.

[Reibt man Bleyhyperoxyd mit gemeinem Schwefel zusammen, so entsteht unter Entzündung; Schwefelbley, schwefligtsaures Gas und Licht. Der Schwefel verbindet sich hier zum Theile mit dem Bley zu Schwefelbley, während ein anderer Theil mit dem Oxygen des Bleyhyperoxydes schwefligte Säure, das übrige Oxygen aber mit dem Aräon Licht erzeugt. Dieser Versuch beweiset aber auch, dass im Bleyhyperoxyd ein höheres Oxygenaräoid enthalten ist; denn nur durch ein solches erklärt sich die Entstehung des Lichtes.] (✳)

§. 402. Den Process, durch welchen die Oxygenverbindungen zersetzt werden, hat man im Allgemeinen den *Desoxydationsprocess* genannt. Doch kann dieses, wie man leicht einsieht, immer nur in Beziehung auf den zu desoxydirenden Körper geschehen, wie z. B. bey der Zersetzung des Bleyoxydes in Bezug auf das Bley; weil im Grunde alle solche Processe zugleich auch Oxydationsprocesse sind: in Beziehung auf jene Körper nähmlich, welche den zu desoxydirenden das Oxygen entziehen; wozu gewisser Maassen auch das Aräon zu zählen ist, in so fern man das Oxygengas als *Aräonoxyd* betrachten will. — Im Besondern hingegen nennet man den Desoxydationsprocess auch die *Reduction*, wenn metallische Oxyde, z. B. das Bleyoxyd (§. 401), und ihre Substrate zu ihrem ursprünglichen Zustande zurückgeführt, *reducirt*, werden.

III. Verbindungen des Oxygens auf der 3. Stufe der Zusammensetzung.

§. 403. Die *Oxygenverbindungen auf der 3. Stufe der Zusammensetzung* entstehen, wenn sich *eine* Oxygenverbindung der 2. Stufe mit der andern, oder mit einem andern auf derselben Stufe der Zusammensetzung stehenden Körper verbindet. So leicht aber diese Definition zu geben ist, so schwierig ist es, allgemeine Kennzeichen dieser Verbindungen anzugeben; weil sie in jeder Eigenschaft so sehr variiren, dass sie in der ganzen Reihe meistens beyde Extreme umfassen, und sich daher nicht selten in mehreren Eigenschaften andern Körpern gleichstellen.

§. 404. Man hat die auf der 3. Stufe der Zusammens. stehenden Oxygenverbindungen, wie bereits früher (§§. 43 bis 45) angezeigt wurde, in *Salze*, *Doppeloxyde* und *Doppelsäuren* eingetheilt, um eine leichtere Uebersicht derselben zu gewinnen. Wie wenig indessen mit dieser Anordnung gewonnen sey, liegt am Tage, sobald man bedenkt, dass schon die strenge Unterscheidung der auf der 2. Stufe der Zusammensetzung stehenden Oxygenverbindungen in Oxyde und Säuren nicht durchgeführt werden konnte, und also auch die scharfe Theilung ihrer Verbindungen in Salze, Doppeloxyde und Doppelsäuren unmöglich bleibt. — Auch hat man die Salze insbesondere wieder in *basische*, *neutrale* und *saure* Salze abzutheilen versucht; was aber wieder nicht durchgeführt werden konnte, weil die Erfahrung sehr bald lehrte, dass viele Salze, die man nach andern Umständen für neutral halten möchte, auf die Geschmacksorgane, wie auf die Pigmente, sauer oder basisch, und viele andere unter allen Umständen nur sauer oder basisch reagiren, und nie bis zum neutralen Zustande zu bringen sind. Die früher angedeutete Eintheilung derselben in überbasische, basische, neutrale, saure und übersaure Salze u. s. w. (§. 43), kann also keinesweges auf

strenge Consequenz Anspruch machen, und höchstens nur zur Bezeichnung der mehr oder weniger Säure oder Basis enthaltenden Abstufungen, bey Salzen aus denselben Bestandtheilen, einige Bequemlichkeit gewähren.

[In der früheren Zeit wurden die Salze zunächst in *Neutralsalze* und *Mittelsalze* getheilt, und mit ersterer Benennung diejenigen, welche ein Alkali als Basis enthielten, mit der letzteren hingegen alle übrigen Salze bezeichnet. Auch wurden die Mittelsalze *erdige* und *metallische Mittelsalze* genannt, je nachdem sie ein erdiges Metalloidoxyd, oder ein Metalloxyd als salzfähige Basis enthielten. Diese Eintheilung ist schwankend, weil, wie sich weiterhin (Th. II.) zeigen wird, auch die Theilung der metallischen Stoffe in Alkalimetalloide, Erdmetalloide und Metalle schwanket.

Ganz neuerlich ist man endlich auch sogar mit der Begriffsbestimmung für das Wort Salz überhaupt in grosse Verlegenheit gerathen; indem man (s. unter Murium) sehr hoch oxydirte Säuren (Jod, Brom, Chlor und Fluor) — welche fähig sind, in Berührung mit Metallen, an diese einen Theil des Oxygens abzugeben, und sich dann, selbst noch als Säure, mit dem eben entstandenen Oxyde zum Salze zu verbinden — für einfache Stoffe ansah, und sich dann höchlich verwunderte, wie *ein* einfacher Stoff (Aräoid) mit dem andern ein Salz erzeugen könne. — Um nun diesem Widerspruch auszuweichen, hat *Berzelius* vorgeschlagen, den Begriff vom Salze weiter auszudehnen, und anzunehmen: dass keinesweges nur Säuren und Oxyde, oder andere gleich hoch zusammengesetzte Körper, sondern auch einfache Stoffe durch ihre Vereinigung Salze erzeugen könnten. Einfache Stoffe, die mit einem Metalle ein Salz bilden können, nennt er daher *Salzbilder (Corpora halogenia)*.

Auch hat *Berzelius* neuerlich, in Erwägung, dass der *Schwefel*, das *Tellur* und das *Selen* sich eben so, wie das Oxygen, mit andern Stoffen in mehreren Verhältnissen vereinigt, und Verbindungen erzeugt, die sich eben so, wie die Oxygenverbindungen zu salzartigen höheren Zusammensetzungen vereinigen lassen — vorgeschlagen, dass man auch diese Verbindungen in die Reihe der Salze aufnehmen, und daher die höher zusammengesetzten Verbindungen des Schwefels, Selens und Tellurs, *Schwefelsalze, Selensalze* und *Tellursalze*, und dem gemäss die aus Oxygenverbindungen entstandenen Salze, *Oxygensalze* nennen solle. In dieser Beziehung nennet derselbe

daher auch das Oxygen, den Schwefel, das Selen und das Tellur, *Basen- und Säurebilder (Corpora amphigenia)* (s. *Schw.* J. XLIX, 327; L, 362. — *Berz.* Jahrb. VI, 187).

In Beziehung auf diese Ansichten hat man sodann auch diejenigen Salze, welche einen Salzbilder enthalten: *Haloidsalze*, diejenigen hingegen, welche Basen- und Säurebilder (also Oxygenverbindungen, oder Säuren und Oxyde) enthalten, *Amphidsalze* genannt.

Was insbesondere die lateinischen Benennungen der Salze anbetrifft, so hat man dabey entweder die Grundlage der Säure oder die Grundlage der Salzbasis zum Substantivum gemacht, und im ersten Falle den Oxydationszustand bey der vollkommenen Säure durch die Endigung in *as*, bey der -igten Säure hingegen in *is* bezeichnet. Beyspiele: Schwefelsaures Eisenoxyd = *Sulphas ferricus*, oder *Ferrum sulphuricum*; schwefelsaures Eisenoxydul = *Sulphas ferrosus* oder *Ferrum sulphurosum*. — Bey den sauren Salzen setzt man noch das Wort *acidulus* hinzu, so wie bey den basischen die Sylbe *sub* vorgesetzt wird. Beyspiele: saures schwefelsaures Kaliumoxyd = *Sulphas Kalicus acidulus*; basisch-carbonsaures Kaliumoxyd = *Subcarbonas Kalicus*. — Oder man pflegt wohl auch das Verhältniss der Anzahl der Säureatome zur Anzahl der Baseatome mit bemerklich zu machen; z. B. 2fach schwefelsaures Kaliumoxyd = *Bisulphas Kalicus*; drittel-schwefelsaures Aluminiumoxyd = *Sulphas trialuminicus*.]

Bey so bewandten Umständen wird es mithin am zweckmässigsten seyn, wenn man vor der Hand von allen unausführbaren Distinctionen abgehet, und sich einstweilen mit einer Bezeichnung behilft, die wenigstens das relative Verhältniss der Anzahl von Atomen der beyden Factoren in einem Salze andeutet, z. B. einfach- oder 2fach schwefels. Kaliumoxyd u. s. w.

[Die Zeit kann übrigens nicht mehr ferne seyn, wo man endlich nothgedrungen in chemischer Beziehung alle Körper nur nach den verschiedenen Stufen der Zus. (§. 19 — 21) eintheilen, und eben so ihre Benennungen durch die schlichte Vereinigung der unveränderten Nahmen aller in einer Verbindung vorkommenden Stoffe, mit Angabe der Anzahl ihrer Atome, construiren wird. Gerne hätte der Verfasser diess schon im

vorliegenden Werke gethan, wenn ihn nicht die unvermeidliche Collision mit dem allgemeinen Sprachgebrauche davon abgehalten hätte. Solche Reformen können entweder nur allmählich herbeygeführt, oder sie müssen von Jemanden zur Anwendung gebracht werden, dem es auf irgend eine Weise gelungen ist, die meisten Stimmen für sich zu haben.]

§. 405. Was insbesondere die festen Verhältnisse anbetrifft, in welchen wir in den hier besprochenen Verbindungen ihre Bestandtheile vorfinden, und den grossen Einfluss, welchen ihre nähere Untersuchung auf die Gestaltung der Stöchiometrie ausgeübt hat; so ist hierüber bereits früher (§. 42, u. s. f.) das Wichtigste nachgewiesen worden. Es ist daher hier nur noch Einiges über die Darstellung und über die Zersetzung der Oxygenverbindungen auf der 3. Stufe der Zusammensetzung anzuführen.

1. *Darstellung der Verbindungen des Oxygens auf der 3. St. der Zusammensetzung.*

§. 406. Diese Verbindungen finden sich in unendlich grosser Anzahl und Menge bereits gebildet in der Natur vor; denn der Boden auf dem wir wandeln, die sogenannte Erde, bestehet dem grössten Theile nach aus einem Gemenge von Doppeloxyden und Salzen verschiedener Art, und diese letztern sind in geringerer Menge sogar in den Thier- und Pflanzenorganismen enthalten. Durch die Kunst werden solche Verbindungen auf folgenden Wegen erzeugt:

a) Durch *unmittelbare Verbindung* ihrer Bestandtheile; die oft schon durch die Vermischung der Auflösungen der beyden näheren Bestandtheile gelinget, oft aber auch die Mitwirkung der Hitze erfordert.

[So erhält man schwefelsaures Eisenoxydul durch Auflösung des Eisenoxyduls in wässeriger Schwefelsäure bis zur Sättigung. So entstehet auch jenes Doppeloxyd, welches Glas genannt wird, durch Zusammenschmelzung des Sodium- oder Kaliumoxydes mit Siliciumoxyd.]

b) Durch *Oxydirung eines Gemenges*, oder *einer Verbin-*

dung aus zwey oxydirbaren Grundlagen. Diess kann aber wieder geschehen *aa*) durch Behandlung mit Oxygengas, und *bb*) durch Einwirkung solcher Substanzen, die viel Oxygen abgeben können, ohne jedoch mit den entstandenen Oxyden sich zu verbinden.

[Das Schwefelkupfer wird durch Erhitzung mit Oxygengas, indem sich der Schwefel zu Schwefelsäure, das Kupfer zu Kupferoxyd oxydirt, zu schwefelsaurem Kupferoxyd. — Schwefelkalium mit Manganhyperoxyd erhitzt, gibt schwefels. Kaliumoxyd und Manganoxyd.]

c) Durch *Zersetzung einer auf der 3. Stufe der Zusammensetzung stehenden Oxygenverbindung a+b, durch eine von der 2. Stufe der Zusammensetzung c;* welche sich vermöge näherer Verw. mit *a* oder *b* verbindet, und also *a c* oder *b c* erzeugt, und *b* oder *a* ausscheidet.

[Vermengt man die wässerige Aufl. von azotsaurem Baryumoxyd mit Kaliumoxydaufl., so entstehet eine Aufl. von azots. Kaliumoxyd, während Baryumoxyd niedergeschlagen wird. Vermengt man conc. wässerige Schwefelsäure mit der Aufl. des boronsauren Sodiumoxydes, so wird Boronsäure ausgeschieden und schwefels. Sodiumoxyd erzeugt. — Azotsaures Kaliumoxyd mit Siliciumoxyd geschmolzen gibt Glas, indem die Azotsäure grösstentheils zerstört entweichet.]

d) Durch *Zersetzung zweyer auf der 3. St. der Zusammensetzung stehender Oxygenverbindungen im Wege dopp. Wahlverwandtschaft;* wobey durch den Umtausch der näheren Bestandtheile zwey neue Verb. derselben Stufe der Zusammensetzung entstehen.

[Azotsaures Baryumoxyd zerfällt mit schwefelsaurem Kaliumoxyd in azots. Kaliumoxyd und schwefels. Baryumoxyd. Carbonsaures Sodiumoxyd eben so mit schwefels. Kupferoxyd in schwefels. Sodiumoxyd und carbonsaures Kupferoxyd. (Vergl. §. 131.)]

e) Durch *Zersetzung einer Säure mittelst einer oxydirbaren Grundlage;* wobey ein Theil der Säure dergestalt zersetzt wird, dass sie Oxygen zur Oxydation

der Grundlage abgibt, und ihre eigene Grundlage entweder als solche, oder, doch weniger oxydirt, ausgeschieden wird; während das neuentstandene Oxyd mit einem andern Theil der Säure zum Salze verbunden wird.

[Wird Wismuth mit Azotsäure übergossen, so entstehet auf diese Weise azotsaures Wismuthoxyd, während der Rest des zersetzten Theils der Säure als ein niedrigeres Oxyd des Azots entweichet. — Mercur mit conc. Schwefelsäure erhitzt bildet unter Ausscheidung von schwefligter Säure schwefelsaures Mercuroxyd.]

f) Durch *Zersetzung einer hochoxydirten Säure mittelst einer oxydirbaren Grundlage;* wobey das überschüssige Oxygen mit der Grundlage zum Oxyde verbunden, und hierauf mit der minder oxydirten Säure zum Salze vereiniget wird, ohne dass irgend eine Ausscheidung erfolgt.

[Auf solche Art erzeugt die muriumsaure 6fach oxydirte Muriumsäure mit dem Gold muriumsaures Goldoxyd. — Schwefelsäure mit einer hinreichenden Menge Kalium erzeugt schwefligtsaures Kaliumoxyd.]

g) Durch *Zersetzung des Wassers mittelst einer oxydirbaren Grundlage, unter Mitwirkung einer Säure;* wobey die Grundlage auf Kosten des Wassers oxydirt, und sodann mit der Säure zum Oxyde verbunden wird (§. 132).

[Auf diese Art entstehet durch die gegenseitige Einwirkung von Schwefelsäure, Wasser und Eisen: schwefelsaures Eisenoxydul, freyes Aräon, Eisenhydrogengas und elektr. Fl.; oder wenn statt des Eisens Zink genommen würde, statt dem Eisensalze schwefels. Zinkoxyd, dann Zinkhydrogengas u. s. w.]

h) Durch *Zersetzung des Wassers mittelst einer oxygenirbaren Grundlage, unter Mitwirkung einer salzfähigen Basis;* wobey jene Grundlage auf Kosten des Wassers zur Säure oxygenirt, und dann mit der Basis zum Salze verbunden wird (§. 132).

[Phosphor, mit Wasser und Kaliumoxydhydrat gekocht, gibt phosphorsaures Kaliumoxyd und Phosphorhydrogengas (s. d. A.)]

Bey allen diesen Operationen müssen in jenen Fällen, wo auch Wasser im Spiele ist, die entstandenen Verbindungen nachher durch Abdampfung, Krystallisation und andere geeignete Mittel vom überschüssigen Wasser geschieden werden.

Was insbesondere den Neutralitätszustand der auf solchen Wegen erzeugten Verbindungen betrifft; so ist leicht einzusehen, dass derselbe nur allein von den Verhältnissen der verwendeten Zuthaten abhängig ist; vorausgesetzt, dass die betreffenden Substanzen fähig seyen, z. B. saure, neutrale und basische Verbindungen zu erzeugen. Man erhält dann basische, neutrale oder saure Salze; je nachdem Basis und Säure im äquivalenten Verhältnisse, oder das eine oder das andere im Uebermaasse zur Anwendung kam. — Basische Salze insbesondere werden oft auch dadurch erzeugt, dass man einem neutralen Salze durch eine andere Basis einen Theil der Säure entziehet.

[So fällt z. B. bas. schwefels. Eisenoxyd nieder, wenn man die Aufl. des schwefels. Eisenoxydes mit etwas Ammoniak vermischt; weil dieses einen Theil der Schwefelsäure an sich ziehet, und als schwefels. Ammoniak in der Flüssigkeit aufgelöset bleibt. — Oft entstehen auch basische und saure Salze zugleich; wenn neutrale Salze mit vielem Wasser behandelt werden (s. §§. 129 und 231.)]

Viele Substanzen zeigen aber eine vorherrschende Neigung zur Bildung neutraler, andere wieder zur Erzeugung basischer oder saurer Salze. — Bey solchen sind dann immer besondere Vorsichten nothwendig, wenn man auch einen andern Neutralitätszustand herbeyführen will. — Noch andere sind ganz und gar auf gewisse Neutralitätszustände eingeschränkt, und der übrigen unfähig.

[So z. B. reagirt das schwefels. Alumiumoxyd und viele Metalloxydsalze immer sauer; andere wieder immer basisch oder neutral.]

2. *Zersetzung der Verbindungen des Oxygens auf der 3. Stufe der Zusammensetzung.*

§. 407. Diese Verbindungen werden bald in ihre näheren, bald zum Theil auch in ihre entfernten Bestandtheile zersetzt; je nachdem das einwirkende Agens vermöge seiner eigenen Beschaffenheit auf die erste oder zweyte Stufe der Zusammens. eingreifet, und je nachdem die näheren Bestandtheile dieser Verbindungen durch schwächere oder stärkere Verwandtschaft bestehen. Die gewöhnlichsten Zersetzungen geschehen:

a) Durch *Erhitzung*; wobey die Verbindung bald in ihre nächsten, bald auch in entfernte Bestandtheile zerfällt.

[Carbonsaures Calciumoxyd zerfällt beym Glühen in entweichende Carbonsäure, und zurückbleibendes Calciumoxyd; 6fach oxydirt muriumsaures Kaliumoxyd in muriumsaures Kaliumoxyd und Oxygengas; azotsaures Kaliumoxyd in Oxygengas, Azotgas und die Verbindung von Kaliumoxyd mit niedrigeren Azotoxyden, oder bey anhaltender Hitze in jene Gasarten und einen Rückstand von Kaliumoxyd und Kaliumhyperoxyd.]

b) Durch *Licht*, welches aus mehreren Salzen, ihre Basis desoxydirend, Oxygengas und Säuren entbindet, und sie solchergestalt endlich ganz zersetzt.

[Muriumsaures Silberoxyd zerfällt auf diese Art im Lichte (§. 387.)]

c) Durch *elektr. Fluidum*, welches die Salze so wie die Doppeloxyde bald in die näheren, bald zum Theil auch in die entfernten Bestandtheile zersetzt, und im ersten Falle wie im zweyten die activeren Factoren an den Kupferpol überführet (§§. 321 und 364).

d) Durch *magnetisches Fluidum*, welches ähnlich wie das elektr. Fluidum wirket (§. 301).

e) Durch *Desoxydation mittelst oxydirbarer Grundlagen*; welche bald beyden näheren Bestandtheilen derselben, bald auch nur einem das Oxygen entziehen: so zwar, dass im ersten Falle eine Verbindung aus den zwey

Substraten der zersetzten Verbindung, und ein Oxyd der zersetzenden oxydirbaren Grundlage entstehet; während im zweyten der desoxydirte Factor ausgeschieden, und der nicht desoxydirte gewöhnlich mit dem Oxyde der zersetzenden Grundlage zu einer Verb. der 3. Stufe vereinigt wird.

[Schwefelsaures Kupferoxyd liefert beym Glühen mit Kohle Schwefelkupfer und Carbonoxydgas; wird aber in die wässerige Aufl. desselben ein Eisenstab eingesetzt, so entziehet das Eisen dem Kupfersalze sowohl das Oxygen des Oxydes als die Schwefelsäure, und man erhält metallisches Kupfer, und in der Flüssigkeit schwefelsaures Eisenoxydul.]

Ist in solchen Fällen einer der Factoren sehr zersetzbar, so können aber auch tumultuarische Zersetzungen zum Vorschein kommen.

[Azotsaures Kaliumoxyd mit Kohle erhitzt, gibt unter Feuererscheinung carbonsaures Kaliumoxyd und verschiedene Oxyde des Azots.]

f) Durch *Oxygenverbindungen der 2. Stufe der Zusammensetzung* (Oxyde oder Säuren); wobey diese mit einem der näheren Bestandtheile eine neue (nach der Menge der Zuthaten neutrale, basische oder saure) Verbind. der 3. Stufe erzeugen, während der andere ausgeschieden wird (s. §. 406, *c*).

Ist aber in diesem Falle einer der Factoren von solcher Beschaffenheit, dass er für sich allein nicht bestehen kann; so können auch sehr tumultuarische Zersetzungen entstehen.

[Wird conc. Schwefelsäure mit 6fach oxydirt muriumsaurem Kaliumoxyd zusammengebracht, so entstehen unter heftiger Feuererscheinung: schwefels. Kaliumoxyd, Oxygengas, Muriumsäure, 2fach- und 6fach oxydirte Muriumsäure und elektr. Fluidum und Licht.]

g) Durch *gleich hoch zusammengesetzte Substanzen im Wege dopp. Wahlverwandtschaft;* wobey durch Um-

tausch der näheren Bestandtheile zwey neue gleich hoch zusammengesetzte Verb. entstehen (§. 406, *d*).

Bey allen diesen Zersetzungsfällen kommt aber sehr wohl zu beachten, ob die in Conflict kommenden Stoffe Wasser enthalten oder nicht; weil dieses die Resultate der Zersetzung gar sehr modificiren kann.

[Schwefelsaures Eisenoxyd zerfällt bey der trocknen Destillation, wenn es wasserhältig ist, in: Schwefelsäurehydrat und im Rückstande bleibendes Eisenoxyd und bas. schwefels. Eisenoxyd; wenn es aber kein Wasser enthielt (weil die Schwefelsäure für sich allein nicht bestehen kann) in: schwefligte Säure und Oxygengas, nebst dem erwähnten Rückstande.]

IV. Verbindungen des Oxygens auf der 4. Stufe und den noch höheren Stufen der Zusammens.

§. 408. Die auf der 4. Stufe der Zusammens. stehenden Oxygenverbindungen entstehen durch die Vereinigung von zweyen der 3. Stufe; und liefern auch wieder, wenn sie sich Paarweise mit einander verbinden die Verbindungen der 5. Stufe u. s. w., wie diess bereits früher (§. 55 bis 62) erörtert wurde. — Diese Verbindungen werden meistens durch unmittelbare Vereinigung ihrer nähern Bestandtheile dargestellt, seltener im Wege einfacher oder doppelter Wahlverwandtschaft, oder durch gleichzeitige Oxydation mehrerer oxydirbarer Grundlagen. — Sie werden auch so zersetzt, wie es von ihren nähern Bestandtheilen zu erwarten ist.

Drittes Kapitel.

Hydrogen.

§. 409. Das *Hydrogen* (der *Wasserstoff*, *Hydrogenium*) = H = 12,4796, kommt in sehr bedeutender Menge vor, indem es einen wesentlichen Bestandtheil fast aller organischen, und vieler unorganischen Körper ausmachet, vorzüglich aber in unermesslicher Quantität im Wasser

enthalten ist. Im isolirten Zustande kennet man das Hydrogen noch nicht, doch wurde sein Daseyn aus seinen Verbindungen erschlossen, und nahmentlich wurde es von *Cavendish* und *Watt* als Bestandtheil des Wassers aufgefunden.

I. Verbindungen des Hydrogens auf der 1. Stufe der Zusammensetzung.

§. 410. Auf der ersten Stufe der Zusammens. finden wir das Hydrogen nur mit einem Stoffe, dem Aräon, verbunden vor; und man kann, da die Verbindungen desselben bald die feste, bald die tropfbare, bald die Gasform besitzen, wie beym Oxygen, annehmen, dass mindestens drey Verbindungsverhältnisse dieser Art möglich sind; nähmlich ein *erstes*, *zweytes* und *drittes*, oder höchstes *Hydrogenaräoid:* welche indessen, weil in allen diesen Modificationen die Quantität des Aräons nach dem Gewicht noch nicht bestimmt werden konnte, auch nur mit $\underline{H}$ bezeichnet werden müssen. — Die niedrigern Aräoide des Hydrogens kommen auch, wie die des Oxygens, nur in Verbindung mit andern Körpern vor; während das höchste derselben auch isolirt darstellbar ist, und in Gasform als *Hydrogengas* erscheint.

Das *Hydrogengas* (*Wasserstoffgas*, *brennbare Luft*, *Wasser erzeugender Stoff*, *Gas hydrogenium*) (wahrscheinlich die dritte Modif. des Hydrogenaräoids) $= \underline{H} =$ 12,4796, findet sich rein in der Natur selten vor, wohl aber im unreinen Zustande, in Folge der Zersetzung organischer Substanzen durch Fäulniss, in der *Sumpfluft*, und ohne Zweifel, in Folge vulkanischer unterirrdischer Processe entbunden, in den Bergwerken (als *schlechte*, oder *böse Wetter* und *brennender Schwaden*) und auch in den höheren Regionen der Erdatmosphäre. — Im Wege der Kunst wird es immer durch Zersetz. des aus Hydrogen und Oxygen zusammengesetzten Wassers dargestellt.

a) *Darstellung des Hydrogengas.*

§. 411. Am reinsten erhält man es *a*) durch Zers. des Wassers mittelst des galv. elektr. Fl., wobey das Oxygen als Gas am + Pole, das Hydrogen dagegen ebenfalls als Hydrogengas am — oder Kupferpole abgeschieden wird (§. 324), die Ausbeute aber immer sehr klein ausfällt. — *Berzelius* erhielt das Gas auch rein, als er Kaliumamalgam mit Wasser übergoss. — In grösserer Menge, aber minder rein, gewinnt man es *b*) wenn das Wasser durch leicht oxydirbare Metalle zersetzt wird, und zwar *aa*) wenn man Wasserdampf durch einen mit eisernen Drähten oder Nägeln gefüllten glühenden eisernen Flintenlauf streichen lässt; wobey ein Theil des Wassers dergestalt zersetzt wird, dass das Oxygen mit dem Eisen Eisenoxyduloxyd bildet, während das Hydrogen als Hydrogengas entweichet, und pneumatisch aufgefangen werden kann; *bb*) wenn man mit 6 — 8 Th. Wasser verdünnte Schwefelsäure auf verkleinertes Eisen oder Zink giesset, wobey diese Metalle durch das Oxygen des Wassers oxydirt, und mit der Schwefelsäure zu Salzen verbunden werden, während das Hydrogengas entweichet (§. 133).

[Bey *a*) muss reines destillirtes Wasser genommen werden, denn beym Brunnenwasser werden auch dessen Salze mit zersetzt (§. 325), und wenn das Wasser atm. Luft enthielt, kann auch etwas Ammoniak und Azots. entstehen. — *Fuchs* setzte einen umgestürzten Platintiegel in verdünnte Salzsäure, und legte auf den Boden desselben ein Stück Zink; worauf sich viel Hydrogengas im Tiegel sammelte. — Bey *b, aa*) kann das Gas mit öhlähnlichem Carbonhydrogen verunreinigt seyn, weil das Eisen immer etwas Carbon enthält. — Bey *b, bb*) kann dieselbe Verunreinigung Statt finden, weil das Zink wie das Eisen Carbon enthält. Hätte man aber auch reine Metalle verwendet, so wird wenigstens etwas Eisenhydrogengas oder Zinkhydrogengas beygemischt seyn, und in allen Fällen auch etwas atmosph. Luft, aus den Operationsgefässen, und dem als Sperrmittel verwendeten Wasser des pneumat. Apparates. — Das verwendete Zink kann aber auch Arsenik oder Schwefel enthalten, wodurch

das Gas mit Arsenikhydrogengas oder Schwefelhydrogengas verunreinigt seyn kann. — Die Verunreinigung mit diesen beyden Gasarten, so wie die mit Carbonhydrogen manifestirt sich durch den eigenthümlichen unangenehmen Geruch, so wie durch chemische Reagentien. — Das Arsenik entfernt man, wenn man das Gas durch eine muriums. Mercuroxydauflösung leitet, der Schwefel, wenn das Gas durch eine Aufl. des essigs. Bleyoxydes getrieben wird. Das Carbonhydrogen wird entfernt, wenn man das Gas über frisch geglühter Kohle stehen, oder durch Alkohol oder Kaliumoxydlauge strömen lässt, die dasselbe absorbiren. — Die Verunreinigung mit atm. Luft endlich wird vermieden, wenn man den ganzen Apparat sammt der Entbindungsröhre mit ausgekochtem, also von der Luft befreytem Wasser anfüllet, um die Luft auszutreiben, u. s. w.]

§. 412. Das Hydrogengas erscheint nächst dem Aräon, und vielleicht dem Lichte, als der leichteste unter allen gasförmigen Körpern, da dessen Dichtheit (die der atm. Luft = 1) nach *Berzelius* und *Dulong* nicht mehr als 0,0688 bis 0,0689 beträgt; daher es denn auch elastischer, und durch äussern Druck verdichtbarer ist als das Oxygengas. Es bricht das Licht im Verhältniss zur atmosph. Luft = 6,61436 : 1,00000, zeiget eine specif. Wärme (die der atm. Luft = 1) = 13,08, besitzt im reinen Zustande weder Geruch noch Geschmack, und ist zum Athmen untauglich. Darin eingeschlossene Thiere sterben aus Mangel an Oxygen fast augenblicklich; sie können aber zuweilen wieder zum Leben gebracht werden, wenn man ihnen sogleich das Hydrogengas schnell ausziehet, und sie hierauf in die Luft, oder besser in Oxygengas bringet: unwiederbringlich verloren sind sie jedoch, wenn das Gas carbon- oder schwefelhaltig war. Dem Menschen verursachen einige Athemzüge aus diesem Gas unangenehme Empfindungen, und Verlust der Muskelkräfte; mit viel atm. Luft gemengt kann es aber längere Zeit ohne Schaden eingeathmet werden, und ist also nicht giftig. — Das Brennen anderer Körper kann es nicht unterhalten, ist aber selbst sehr brennbar.

[Vermöge seiner grossen Leichtigkeit lässt sich das Hydrogengas in umgekehrten Gefässen schon in der atm. Luft pneumatisch auffangen, und aus einem Gefässe in das andere überfüllen. — Tauchet man in ein solches mit Hydrogengas gefülltes Gefäss von unten eine brennende Fackel, so lischt sie aus, aber das Gas wird an dem Puncte entzündet, wo es die atm. Luft berührt. — Lässt man das Gas in eine Glasglocke einströmen, welche an der Wage hängend ins Gleichgewicht gebracht wurde, so wird die Glocke leichter, weil sie nun statt atm. Luft das leichtere Hydrogengas enthält. — Füllet man, mittelst einer damit gefüllten Schweinsblase, und daran befestigtem Glasröhrchen, Seifenblasen (vielleicht auch aus geschmolzenem Harz mit einem heissen Röhrchen dargestellte Blasen (*Schw.* J. XXX. 449) mit Hydrogengas, so steigen sie rasch in der Luft auf. — Aus umgekehrten Gefässen lässt sich dieses Gas auch mit dem zweyschenkeligen Heber abziehen, wenn man denselben verkehrt anwendet.]

Im zweyten Grade der chem. Anz. mischt sich das Hydrogengas mit andern Gasarten, löset auch viele dichtere Körper in geringer Menge in Gasform auf, und wird eben so vom Wasser, und andern festen und flüssigen Körpern absorbirt.

β) *Zersetzung des Hydrogengases.*

§. 413. Das Hydrogengas wird von andern Körpern, vorzüglich aber vom Oxygengas, und von oxydirten Körpern meistens auf die Art zersetzt, dass es unter Verlust von Aräon in ein niedrigeres Aräoid übergehet, und als solches mit dem Oxygen zu Wasser verbunden wird. Die Zersetzung erfolgt auch mit, oder ohne Feuererscheinung, je nachdem sie rascher, oder langsamer vor sich gehet; und die Resultate ergeben sich, wenn Oxygengas verwendet wurde, mit Wasser und freyem Aräon, und zuweilen auch mit Lichtbildung.

[Legt man in ein Gemenge von Hydrogen- und Oxygengas eine frisch ausgeglühte Kohle, so absorbirt sie eine grosse Menge des Gasgemenges unter bedeutender Entbindung von Aräon. Wird die Kohle aber hierauf in einer Retorte erhitzt, so erhält

man in der pneumatischen Vorlage nur einen Theil der beyden Gasarten wieder, während der übrige Antheil zu Wasser verdichtet überdestillirt. Es sind also hier beyde Gasarten durch die Attraction der Kohle zersetzt, und als niedrigere Aräoide zu Wasser verbunden worden. — Noch rascher wirken Körper, die mehr Dichtheit besitzen, und eben darum das Gasgemenge ausgiebiger verdichten. Stellet man eine kleine Kugel aus Platinschwamm (feines Platinpulver, welches bis zum *Zusammensintern* [Aneinanderkleben] erhitzt worden ist), auf einem kleinen Stativ in ein Gemenge von Hydrogen- und Oxygengas, so dauert die Zersetzung so lange fort, als noch von beyden Gasarten etwas übrig ist; indem das gebildete Wasser von der Platinschwammkugel abfliesst: und es wird endlich das ganze Gas consumirt, wenn das rechte Verhältniss vorgewaltet hat. — Bis zur Entzündung und Verpuffung mit heftigem Knalle wird endlich die Erhitzung bey diesem Processe gesteigert, wenn er so rasch vor sich gehet, dass die Temperatur jene Höhe erreicht, bey welcher das Gemenge entzündlich ist. Diess geschieht z. B. wenn man den erwähnten Platinschwamm vor dem Einlegen *schwach* ausgeglüht hat; doch muss der Versuch in einem nur zugedeckten Gefässe geschehen, damit man nicht beschädiget werde: denn die Verbrennung findet im Augenblick durch die ganze Mischung mit einem heftigen Knalle statt; daher die Mischung von 2 Vol. Hydrogen- und 1 Vol. Oxygengas auch *Knallluft*, *Knallgas*, genannt worden ist. Noch sicherer erfolgt aber die Entzündung, wenn man den Platinschwamm in der atm. Luft auf ein Stativ stellet, und durch Zusammendrücken einer damit gefüllten thierischen Blase, Hydrogengas darauf strömen machet. Der Platinschwamm wird dabey bald glühend werden, und endlich den Hydrogengasstrom entzünden: weil hierbey, nebst dem in der atm. Luft (s. d. A.) enthaltenen Oxygen, auch Hydrogengas mit dem Platinschwamm zusammenkommt, und letzteres überdem noch durch die Heftigkeit der Strömung an der Oberfläche des Platinschwammes comprimirt wird. (*)

Wie der Platinschwamm und die Kohle, zersetzen aber auch viele andere Substanzen das Gemenge aus Hydrogen und Oxygengas unter Wasserbildung; sie besitzen jedoch diese Fähigkeit nach Verhältniss ihrer Verwandtschaftsgrösse, oder ihrer Dichtheit und Aggregatsform, in sehr verschiedenem und oft in geringerem Maasse, und fodern daher noch die Beyhülfe einer höheren Temperatur. — Schwammiges Iridium erhitzt sich in der Knallluft stark, und erzeugt auch Wasser, jedoch nicht die

Verpuffung. — Feiner spiralförmig gewundener Platindraht bewirkt erst bey 50—51° C. die Entzündung; schwammiges Osmium bey 40° nur die Wasserbildung, und eben so schwammiges Rhodium bey 240°; feines Blattgold bey 260—280°; aus einer Aufl. gefälltes Silberpulver bey 140°; Bimsstein, Glas, Porzellan noch etwas unter 350°; Mercur auch selbst bey der Siedhitze nicht.

Dass in allen diesen Fällen die Zersetzung des Gases, durch die in Folge der Attraction eintretende Verdichtung und Erhitzung, veranlasset werde, ist nicht zu bezweifeln; da sich derselbe Erfolg auch durch mechanische Gewalt herbeyführen lässt. Als *Biot* die Knallluft in einer eisernen Röhre sehr schnell comprimiren liess, zersprang letztere in Folge der Entzündung und Explosion (ein sehr gefährlicher Versuch). Geschieht jedoch die Verdichtung langsamer, oder wird die Wärme abgeleitet, so erfolgt die Explosion nicht; wohl aber langsame Wasserbildung.

Wie hier durch Verdichtung, so kann aber auch durch Erhitzung, also Ausdehnung, die Zersetzung des Hydrogengas durch Oxygengas, oder die atm. Luft bewirkt werden (§. 175); denn es lässt sich, wenn zugleich Oxygengas dargebothen ist, durch elektr. Funken, durch die Flamme eines brennenden Körpers, durch rothglühendes Eisen, und durch stark glühende Kohlen entzünden: und die Verbrennung erfolgt mit ruhiger Flamme, wenn das Hydrogengas das Oxygengas, oder die atm. Luft nur berührt; dagegen aber mit Verpuffung, wenn die beyden Gasarten im gehörigen Verhältniss mit einander vermischt worden sind. — Diese Verpuffung kann auch hier, wie in allen vorhin angeführten Fällen höchst gefährlich werden, wenn sie in verschlossenen Gefässen Statt findet: indem das Gasgemenge im Augenblick der Verbrennung zu Wasser, auch sogleich durch das freywerdende Aräon zu einem etwas grössern Vol. Wasserdampf ausgedehnt wird, und die Gefässe zerstrümmert; dann aber eben so schnell durch Verlusst des übersch. Aräons mit 1700-facher Volumsverminderung zu tropfbarem Wasser verdichtet wird, und eben darum einen leeren Raum bewirkt: in welchen die Luft mit solcher Heftigkeit eindringet, dass sie nicht nur einen starken Knall erzeugt; sondern auch überaus heftig die Trümmer des zerbrochenen Gefässes in entgegengesetzter Richtung fortschleudert. Ganz gefahrlos lässt sich diese Verpuffung zeigen, wenn man mit Knallluft gefüllte Seifenblasen (§. 412) in die Luft steigen lässt, und dort mit einer Fackel

entzündet. Dass aber bey der Verpuffung des Knallgases in Gefässen, die Trümmer der Letztern nur durch die eindringende Luft umhergeschleudert werden, wird man leicht einsehen, wenn man sich die mit Knallgas gefüllten Seifenblasen, seyen sie noch so gross oder zahlreich, auf der Hand verknallen lässt, und dabey auch nicht den leisesten Stoss wahrnimmt. Sogar eine kleine Schweinsblase mit Knallgas gefüllt, kann auf der Hand ohne Gefahr explodiren, wenn nur keine festen Theile daran sind; doch muss man sich die Ohren dabey verbinden. — (*)

Wird das Knallgas mit Hülfe der Luftpumpe sehr ausgedehnt, oder ein anderes Verhältniss beyder Gasarten genommen, z. B. 8 Vol. Oxygengas gegen 1 Vol. Hydrogengas, oder 1 O̲ gegen 16 H̲; so ist das Gemenge nicht mehr entzündlich: im ersten Falle, weil die beyden Gase durch Aufhebung des mechanischen Druckes nach andern Gesetzen ausgedehnt werden als durch Hitze (§. 175); und im zweyten Falle, weil es an der zur Fortpflanzung des Verbr. nöthigen Hitze fehlt (§. 271).] (*)

§. 414. Wie das Oxygengas, so sind aber auch viele oxydirte Substanzen, eben durch ihren Oxygengehalt fähig das Hydrogengas zu zersetzen; doch fordern sie meistens die Mitwirkung äusserer Wärme, wenigstens die des Lichtes. — Der Erfolg ist übrigens auch hier immer von Wasserbildung begleitet; doch wird dabey die oxydirte Substanz bald gänzlich reducirt, bald nur auf ein niedriges Oxyd desoxydirt, bald aber wird dieses letztere zugleich mit dem entstehenden Wasser zum Hydrate vereiniget.

[Bley-, Eisen-, Kobalt-, Nickel- und Kupferoxyd, und v. a. Oxyde, werden zu Metall reducirt, wenn man sie in einer Glasröhre schwach glühen lässt, und einen Strom von Hydrogengas darüber leitet. — Leitet man Hydrogengas durch wässerige Mangansäure, so entstehet Manganoxydul-oxyd-hydrat. — Kaliumhyperoxyd wird in Berührung mit Hydrogengas zu Kaliumoxydhydrat und Wasser. — Gasförmige muriumsaure 6fach ox. Muriumsäure gehet damit gemengt bey Einwirkung des Tageslichtes langsam, im Sonnenlichte unter Explosion, in Muriumsäurehydrat über.]

γ) *Functionen des Hydrogengases in der Natur.*

§. 415. Das täglich, und besonders häufig im Sommer durch Fäulniss, oder andere chemische Processe (§. 410), entstehende, sowohl reine als mit andern Substanzen verbundene, oder verunreinigte Hydrogengas, muss bey seinem geringen Gewichte ohne Zweifel in die höhere Luftregion aufsteigen, und dort sich nach und nach in der seiner Dichtheit entsprechenden Region absondern und sammeln. Trifft es sich nun dass, nach heissen Tagen, am Abend die mit elektr. Fl. überladenen Luftschichten durch Abkühlung am Volumen und also auch an Capac. für das elektr. Fl. abnehmend, oder minder elektrischen Luftschichten begegnend, elektr. Funken entlassen; so werden diese ohne Zweifel das Hydrogengas entzünden, und die Verbrennung wird, wie leicht einzusehen, je nachdem das Hydrogengas im rechten Verhältnisse mit der oxygenhaltigen atm. Luft gemischt ist, oder nicht, entweder ruhig, oder mit Detonationen vor sich gehen, und so die Phänomene des *Wetterleuchtens* oder des *Donners* erzeugen. (§. 367). (*)

δ) *Anwendung des Hydrogengases.*

§. 416. Auf das überaus geringe Gewicht des Hydrogengases hat man dessen Benützung bey *Luftbällen*, und auf dessen Brennbarkeit die Erfindung der *elektrischen Lampe*, des *Platinschwammfeuerzeuges*, der *Sicherheitslampe*, der *chemischen Harmonika*, des *elektrischen Feuerwerks*, der *elektrischen Pistole*, und des *Knallgasgebläses*, und endlich dessen Benützung als *Reductionsmittel*, und als *Reagens auf Oxygengas* gegründet.

[Die *Luftbälle (Aërostaten)* sind mit Hydrogengas gefüllte Hohlkugeln von Goldschlägerhäutchen, Papier, oder gefirnisten Leinen-, Baumwollen- oder Seidengeweben; welche vermöge ihrer Leichtigkeit, sobald sie losgelassen werden, in die höheren Regionen der Luft aufsteigen. Die Hülle muss also noth-

wendig sammt dem darin enthaltenen Gas weniger Gewicht besitzen, als ein gleiches Volumen der atm. Luft, wenn der Luftball steigen soll; und die Steigkraft desselben wird immer jener Gewichtsdifferenz proportional seyn. — Der kleinste Ball von Goldschlägerhäutchen muss daher wenigstens 6 Zoll Durchmesser besitzen; er kann sodann 36 Gran wiegen, und 5 Gran Hydrogengas fassen, und also, da ein gleiches Volumen atm. Luft 51 Gran wiegt, mit der Kraft von 10 Granen steigen, und demnach auch eine kleine Last mitführen. — Ein Ball von Postpapier muss mindestens 9 Zoll, und einer aus Wachstaffet wenigstens 3 Fuss und einige Linien Durchmesser haben, wenn er steigen soll. — Je grösser übrigens ein Luftball wird, um so geringer wird, aus begreiflichen Gründen, das Gewicht der Hülle zum Inhalt; so dass endlich ein Ball von 20 Fuss Durchmesser, welcher 4190 Fuss Gas fasset, schon 255 Pf., also sehr wohl eine Gondel, und darin einen Menschen u. s. w. mit aufheben kann. — Das Gas zur Füllung entbindet man aus Wasser, Schwefelsäure und Eisen oder Zink (§. 133) in mehreren Fässern zugleich, und leitet es vorher durch Kalkwasser, damit es von der anhängenden Säure gereiniget werde. Man rechnet dabey auf 1 Kubik-Fuss Gas 2 Pf. Wasser, 12 Loth conc. Schwefels. und eben so viel Eisen (am besten Nägel); letzteres darf jedoch nicht sehr carbonhältig, und nicht rostig seyn, weil das Gas sonst mit Carbonhydrogen oder Carbonsäure sehr verunreiniget, und dadurch schwerer wird. (Bey Anwendung der Nägel ist es ohnediess kaum 8mahl leichter als die atm. Luft.) —

Die *elektrische Lampe* ist ein Apparat, in welchem auf irgend eine Weise aus Zink, Schwefelsäure und Wasser, Hydrogengas entbunden, und durch Umdrehung eines Hahnes nicht nur in einem dünnen Strahle ausströmen gemacht, sondern auch zugleich durch einen elektr. Funken entzündet wird; welcher aus einem Elektrophor gleichfalls durch die Bewegung des Hahnes entspringet, und von *einem* Drahte durch das Gas auf den andern überschlägt.

Das *Platinschwammfeuerzeug*, *Döbereiner's Zündzeug*, unterscheidet sich von der elektr. Lampe dadurch, dass der Elektrophor hinweggelassen ist, und dagegen das ausströmende Hydrogengas auf Platinschwamm fällt, und dadurch entzündet wird (§. 413). — Diese Feuerzeuge werden oft unbrauchbar, weil der Platinschwamm Ammoniak aus der Luft absorbirt; sind aber durch mässiges Erhitzen, oder Behandlung mit Azotsäure leicht wieder herzustellen.

Die *Sicherheitslampe Davy's* (s. §. 274, *b*).

Die *chemische Harmonika* nennet man einen dem Katzengeheule ähnlichen Ton, welcher hörbar wird, wenn man aus Zink, Schwefelsäure und Wasser einen sehr schwachen Strom von Hydrogengas durch eine enge Röhre austreten lässt, dann anzündet, und eine weitere Röhre darüber stürzt. — *Faraday* fand, dass dieser Ton durch eine Reihe von kleinen Verpuffungen entstehe.

Das *elektrische Feuerwerk* entstehet, wenn man an die Mündung eines Gefässes, durch welche Hydrogengas mit Gewalt ausströmt, hohle, allenfalls auch bewegliche, mit feinen symmetrisch vertheilten Oeffnungen versehene Kapseln oder Räder aufschraubt, und dann die ausströmenden Gasstrahlen entzündet. Das Feuer wird auch gefärbt, wenn das Hydrogengas mit andern Gasarten gemischt ist.

Die *elektrische Pistole* nennet man ein kleines Gefäss aus dehnbarem Metall: welches mit Knallgas gefüllt, und nachdem seine *weite* Mündung mit thierischer Blase verbunden worden ist, mit einem starken Knalle resultirt; wenn man durch angebrachte Leitungsdrähte das Gas im Innern, durch elektr. Funken, entzündet.

Das *Knallgasgebläse (Newmann'sche Gebläse)* bestehet aus einem starken kupfernen Behälter, in welchem durch eine Druckpumpe Knallgas comprimirt wird, und hierauf mittelst eines Hahnes durch ein feines Löthrohr ausströmen gelassen, und nachdem der Strom entzündet worden ist, als Mittel zur Erregung der heftigsten Hitze verwendet werden kann. — Der Effect der hierbey entstehenden Hitze stellet sich demjenigen der stärksten galv. elektr. Batterien an die Seite; denn in diese Knallgasflamme gehaltene Gegenstände erleiden in wenigen Augenblicken Veränderungen, wie sie durch alle übrigen Feueranstalten nicht zu bewirken sind. Platindraht schmilzt schnell in Tropfen ab, und verbrennt zum Theile mit Funkensprühen; Kaliumoxyd schmilzt zur glasigen Schlacke; Diamant verflüchtiget sich in wenigen Augenblicken: und eben so werden auch alle übrigen Metalle, Oxyde, Edelsteine u. s. w. entweder verbrannt, oder geschmolzen, oder verflüchtiget.

Dieser Apparat ist ohne Zweifel eine der schätzbarsten Acquisitionen der neueren Zeit, aber auch im höchsten Grade gefährlich; weil schon beym Einpumpen der Luft durch die Compression (wenn diese nicht langsam betrieben und also die Erhitzung des Behälters vermindert wird) das Gas entzündet, oder

beym Gebrauche selbst die Entzündung des Gases bis in den Behälter fortgepflanzt werden und lebensgefährliche Explosionen veranlassen kann. — Diesem vorzubeugen, hat man in neuerer Zeit vorgeschlagen, beym Einpumpen der Luft so langsam zu Werke zu gehen, dass der Behälter inzwischen immer wieder erkalten könne, und zwischen den Behälter und das Löthrohr noch eine weitere Röhre einzuschalten; die entweder in gewissen Abständen von feinen Drahtgittern durchschnitten (§. 274, *b*), oder mit grober Eisenfeile gefüllt seyn, und also die Fortpflanzung der Flamme verhindern soll. — Viel sicherer jedoch ist es, wenn man entweder, nach *Schuster's* Vorschlage, die beyden Gasarten in zwey verschiedenen Behältern comprimirt, und nur erst im Löthrohre zusammentreten lässt, oder eine solche Vorkehrung trifft: das die Knallluft in ihrem Behälter bloss durch eine hohe Wassersäule zusammengedrückt, und zwischen dem Behälter und das Löthrohr eine Sicherheitsvorrichtung eingeschaltet ist, die aus einer vertical stehenden, 1½ Zoll weiten, mit Wasser bis zur Hälfte erfüllten Glasröhre bestehet, welche unter dem Wasser das Knallgas durch ein enges Rohr empfängt, über dem Niveau des Wassers aber an das Löthrohr abgibt, und am obern Theile nur mit thierischer Blase verbunden ist: so zwar, dass, wenn auch die Entzündung durch das Löthrohr zurücktritt, nur die geringe Menge in jener Röhre vorräthigen Gases, mit Durchbrechung der Blase explodiren kann. — Will man dieses Verfahren auf die Reduction der Metalloxyde anwenden, so wird dem Knallgase noch überflüssiges Hydrogengas beygemengt.

Als *Reductionsmittel*, und zwar als eines der kräftigsten, dient das Hydrogengas, wenn man es auf zusammengesetzte Körper wirken lässt, um denselben durch das Hydrogen einen Bestandtheil zu entziehen, und also den andern isolirt zurück zu behalten, ihn zu *reduciren* (§. 414). Diess geschieht gewöhnlich auf die Art, dass man das Hydrogengas anhaltend durch eine Glasröhre ausströmen lässt, die in ihrer halben Länge eine bauchige Erweiterung hat, darin den zu reducirenden Körper enthält, und auch an dieser Stelle von Aussen durch Lampenfeuer erhitzt wird. Auf solche Art kann man vielen Verbindungen das Oxygen, den Schwefel u. s. w. entziehen.

Als *Reagens auf Oxygengas*, und vorzüglich zur Bestimmung der Quantität desselben in einem Luftgemenge, dient das Hydrogengas, wenn 2 Vol. dieses Gases mit 1 Vol. der zu prüfenden Luft vermengt, und in einer starken pneumatisch abgesperr-

ten Glasröhre durch einen elektr. Funken entzündet werden. Das Oxygengas verbrennt dabey mit dem Hydrogengas zu Wasser: so zwar, dass man aus der Verminderung des Gasvolumens auch auf die Menge des Oxygens schliessen kann; das vorhanden gewesene Oxygen wird nähmlich immer $1/3$ von der Volumsverminderung betragen; weil 1 Vol. Oxygengas zur Wasserbildung 2 Vol. Hydrogengas consumirt. — In neuerer Zeit hat man bey solchen Versuchen, statt die Entzündung einzuleiten, das Gasgemenge auch durch Platinschwamm (§. 413) zu Wasser verdichtet (*Döbereiner's Platin-Eudiometer*).]

II. Verbindungen des Hydrogens auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.

§. 417. Das Hydrogen (- Aräoid) verbindet sich weder mit so vielen andern gleich hoch zusammengesetzten Körpern, noch in so mannigfaltigen Verhältnissen mit einem und demselben Körper, als das Oxygen. Die dadurch entstehenden Verbindungen sind auch bald fest, bald tropfbarflüssig, bald gasförmig; doch darf man aus diesem Umstande keinesweges den Schluss ziehen, dass das Hydrogen allemahl in solchen Verbindungen, in dem ersten Falle als erstes, im zweyten Falle als zweytes, und im dritten als drittes Aräoid enthalten sey: denn es liegen mehrere Fälle vor, dass auch Körper, die das Hydrogen als drittes Aräoid enthalten, eine dichtere als die Gasform annehmen können, sobald zwischen den beyden Bestandtheilen eine heftige Anziehung vorwaltet.

1. Verbindungen des Hydrogens mit dem Oxygen auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.

§. 418. Das Hydrogen = $\underline{H}$ verbindet sich mit dem Oxygen = $\underline{O}$ in zwey Verhältnissen, und erzeugt das Hydrogenoxyd und Hydrogenhyperoxyd.

a) Hydrogenoxyd.

§. 419. Das *Hydrogenoxyd*, die *Hydrogensäure*, das *Wasser* (*Aqua*) = $\dot{\underline{H}}$ = 112,4796 (nach *Berzelius* und

Dulong) = 11,09 $\underline{H}$ + 88,91 $\underline{O}$, kommt im unreinen Zustande in den Quellen, Brunnen, Bächen, Flüssen, Landseen und Meeren in unermesslicher Menge, und nur zuweilen, und nur während der kurzen Dauer seines Herabfallens als Regenwasser, im reinen Zustande, in der Natur vor. — Seine Zusammensetung aus $\underline{H}$ und $\underline{O}$ wurde von *Cavendish* entdeckt.

a) Darstellung des Hydrogenoxydes, oder des Wassers.

§. 420. Das Wasser entstehet *a*) bey der Zersetzung des Hydrogengases durch Oxygengas oder oxygenhaltige Körper (§. 413); *b*) durch Zersetzung hydrogenhaltiger Körper mittelst Oxygengas oder oxydirter Körper; *c*) durch Zersetzung organischer Substanzen mittelst trockener Destillation, oder solcher Agentien, die zum Wasser eine grosse Verwandtschaft zeigen. Auch lässt sich dasselbe *d*) aus Verbindungen, die es bereits gebildet enthalten, durch dem andern Bestandtheil näher verwandte Substanzen, oder durch die Destillation abscheiden.

[*a*) Dass durch Verbrennung des Hydrogengas mit Oxygengas wirklich Wasser entstehe, lässt sich ganz einfach nachweisen, wenn man durch eine enge Röhre einen Strom von Hydrogengas ausströmen lässt, dann anzündet, und einen tubulirten gläsernen Ballon mit dem einen Tubulus darüber stürzt; denn es wird sodann die Verbrennung im Innern des Ballons durch die oxygenhaltige atmosph. Luft bewirkt, und das entstehende Wasser bald in kleinen Tröpfchen an den Seitenwänden abgelagert werden: welches indessen, weil auch etwas von den übrigen Bestandtheilen der atmosph. Luft mit verbrennt, auch mit etwas Azotsäure, und wenn ein Uebermass von Hydrogengas angewendet wurde, wohl auch mit Ammoniak verunreiniget ist. — *Lavoisier* war der Erste, welcher auf solche Art abgemessene Mengen von Oxygen- und Hydrogengas in luftleer gemachten Gefässen verbrannte, und dadurch die Zusammensetzung des Wassers erwies.

b) Alle organischen Körper, in sofern sie Hydrogen enthalten,

erzeugen beym Verbrennen mit Oxygengas oder atm. Luft, nebst andern Verbrennungsproducten, auch Wasser; wie man sich bald überzeugt, wenn eine solche Verbrennung unter einer grossen gläsernen Glocke, oder z. B. die Verbrennung des Alkohols im (*a*) erwähnten tub. Ballon vorgenommen wird. (S. auch Th. III. die Zersetzung organischer Substanzen.)

c) Bey der Zersetzung organischer Substanzen durch trockene Destillation, oder durch solche Agentien, die das Wasser stark anziehen, zerfallen dieselben immer tumultuarisch, dergestalt, dass man nebst andern Producten auch Wasser erhält. So z. B. gibt der Zucker, das Holz u. s. w. durch trockene Destillation Wasser, Oehl, Säure, Kohle und Gasarten; es geben ferner Sägespäne mit concentrirter Schwefelsäure, wässerige Schwefelsäure, schwefligte Säure, Essigsäure und Kohle, u. s. w. In allen diesen Fällen ist man aber noch zweifelhaft, ob das Wasser bey solchen Operationen aus seinen Bestandtheilen erst entstanden, oder bereits gebildet in den organischen Substanzen enthalten gewesen sey (s. Th. III. die Zersetzung organischer Substanzen).

d) Viele unorganisch-chemische Verbindungen enthalten das Wasser als näheren Bestandtheil, und lassen dasselbe schon durch Erhitzung fahren; andere dagegen nur, wenn ein näher verwandter Körper an der Stelle des Wassers dargebothen wird (§. 440).]

Alle diese Wege würden jedoch zur Darstellung des Wassers viel zu kostspielig seyn. Man gewinnt es daher in der Regel *e*) durch Destillation des gemeinen Fluss-, Brunnen, oder Quellenwassers, oder *f*) durch Aufsammlung des Regenwassers.

Chemisch reines Wasser erhält man, wenn das gemeine Wasser mit so viel Kalium- oder Calciumoxydhydrat, als zur Sättigung der darin enthaltenen Carbonsäure erforderlich ist, gemischt, aus einem vollkommen reinen metallenen Destillirapparate bis auf $^2/_3$ mit der Vorsicht überdestillirt wird, dass die Verdichtung der Dämpfe in silbernen, goldenen oder platinenen, oder wenigstens rein zinnernen Apparaten geschehe, und überdiess das erste $^1/_4$ des Destillats beseitiget werde. — Für gemeine Fälle be-

gnügt man sich wohl auch die Destillation in gemeinen kupfernen Destillirapparten, ohne irgend eine weitere Vorsicht geschehen zu lassen.

[Wird das Calciumoxydhydrat hinweggelassen, so ist das überdestillirende Wasser mit Carbonsäure, und wenn das Wasser muriumsaures Magniumoxyd enthält, wohl auch mit Muriumsäure verunreiniget. — Das erste $1/4$ des Destillats ist immer mit den etwa im Wasser vorhandenen riechenden Theilen, und allenfalls auch mit Ammoniak, und mit den möglichen Verunreinigungen des Verdichtungsapparates beladen. — Weiter, als bis zu $1/3$ Rückstand darf die Destillation nicht fortgesetzt werden, weil sonst die aus dem Wasser abgeschiedenen Salze sich an dem Blasenboden anlegen, und die etwa im Wasser vorkommende organische Substanz zersetzt, und das Destillat mit brenzlichem Oehle verunreiniget wird. — Bloss verzinnte kupferne Blasen sind nicht anzurathen, weil sich dabey unbemerkt einige Stellen vom Zinn entblössen, und hierauf die Einwirkung des Kupfers dargebothen ist. — Bedient man sich vollends kupferner Verdichtungsanstalten, die auch zur Destillation geistiger Flüssigkeiten benutzt werden, so kann das Destillat mit Kupfer verunreiniget seyn; weil in dem Verdichtungsapparat zurückgebliebene Alkohol- oder Oehltheile durch die Luft in Säuren übergehen, und mit dem Kupfer Salze bilden. — Gläserne Gefässe eignen sich desshalb nicht, weil der Wasserdampf das Glas (besonders das weichere) angreift, und also eine Verunreinigung mit dessen Bestandtheilen möglich ist. — In einem Laboratorium, wo viel gearbeitet wird, und also die Luft mit Ammoniak, Muriumsäure u. s. w. geschwängert ist, kann unmöglich chemisch reines Wasser dargestellt werden.

Chemisch reines — von der Natur destillirtes — Regenwasser erhält man, wenn der Regen oder Schnee an einem von allen Wohnungen und Fabriken entfernten Orte, bey anhaltendem Landregen oder Schneewetter, in reinen Gefässen zu einer Zeit gesammelt wird, wo der Regen oder Schnee bereits länger gedauert, und also alle Verunreinigungen aus der Atmosphäre niedergeschlagen hat.

Auch das reinste destillirte Wasser enthält aber immer etwas absorbirte Luft. In jenen Fällen, wo diess schaden könnte, muss dasselbe also kurz vor der Anwendung durch anhaltendes Kochen, oder mittelst der Luftpumpe von der Luft befreyt werden.

β) *Eigenschaften des Hydrogenoxydes oder Wassers.*

§. 421. Das *reine Wasser* (*destillirte Wasser*, *Aqua destillata*) erscheint über 0° C. und unter 100° C. bey gewöhnlichem Drucke der Atmosphäre als tropfbare, geruch- und geschmacklose, ungefärbte, durchsichtige Flüssigkeit. Die Dichtheit desselben ist so gross, dass ein österreich. Kubik-Fuss 56,4 Pfund österr. Handelsgewicht (1 Kubik-Centim. hingegen bey 4° C. 1 Gramm) wiegt, und wird bey 0° C. = 1,000 angenommen, und als vergleichender Maassstab für die Dichtheit anderer Körper benutzt. Es bricht das Licht (diese Eigenschaft der atm. Luft = 1) = 1,722, ist ein guter Leiter des elektr. Fl., ein schlechter der Wärme (§. 206), und besitzt so wenig Elastizität, dass es (nach *Oerstedt*) durch den Druck von 1 Atmosphäre nur um 0,000045 comprimirt werden kann. Bey sehr heftiger und rascher Pressung zeigt es im Dunkeln ein schwaches Leuchten.

§. 422. Wird das Wasser bis unter 0° C. erkaltet, so gehet dasselbe, im zweyten Grade der chemischen Anziehung gebundenes Aräon verlierend, in den festen Zustand über, es *gefriert*, und bildet dabey, je nach den Umständen seiner Ablagerung, entweder eine derbe, feste, glasartig durchsichtige, farblose, spröde Masse, das *Eis*, oder es gestaltet sich zu Krystallen, die der rhomboëdrischen Grundform angehören. Das Gefrieren erfolgt auch nur wenig unter 0° C., wenn das Waseer erschüttert wird, bey vollkommener Ruhe jedoch erst bey — 8° C., im luftleeren Raume jedenfalls nur nahe an — 5° C. (Vergl. §. 253, 2 u. 3). Das Gefrieren des Wassers ist aber in Folge der Krystallisation auch mit einer solchen Volumsvermehrung verbunden, dass seine Dichtheit bis auf 0,9268 und oft (bey lufthaltigem Wasser) noch weiter herabgebracht wird; und die Gewalt, mit welcher diese Ausdehnung erfolgt, so

gross, dass selbst eiserne Gefässe zerrissen werden, wenn darin eingeschlossenes Wasser gefriert. — Das feste Wasser oder Eis folgt endlich als solches bey allen Graden unter 0° den gewöhnlichen Gesetzen der Ausdehnung und Wärmeleitung, höret jedoch bey 0° C. und den höheren Graden der Temp. auf, ein Wärmeleiter zu seyn; indem alle darauf eindringende Wärme zur Flüssigmachung desselben absorbirt wird, und nur das bereits flüssige Wasser wieder die gewöhnliche Wärmeleitung zeiget (§. 220). — Vollkommen festes oder trockenes Eis lässt sich durch Reiben elektrisch machen, und ist also in diesem Zustande ein Nichtleiter des elektr. Fluidums.

[Salze, Säuren, Alkohol u. s. w., so wie Luftarten enthaltendes Wasser, erfordern eine niedrigere Temp. zum Gefrieren als reines Wasser, und gewöhnlich ist der gefrierende Theil überdem nur reines Wasser; durch dessen Entfernung demnach solche Flüssigkeiten, wie Wein, Essig u. s. w. entwässert oder concentrirt werden können. — Die Krystallformen des Eises lassen sich am besten an den Schneeflocken, und dem aus der Luft auf die Fenster sich niederschlagenden Eise bemerken; auch zuweilen beym Schmelzen des Eises. — Zum Schmelzen des Eises bis zu Wasser von 0° C. erfordert dasselbe genau so viel Aräon, als dieses Wasser von 0° C. zur Erwärmung bis zu + 75° C.]

§. 423. Wird hingegen das Wasser einer höhern Temp. ausgesetzt, so nimmt es gleichmässig mit der Steigerung derselben immer mehr Aräon im zweyten Grade der chem. Anz. auf, und wird dadurch von 0° bis zu + 100° C. um 0,012 des ganzen Volumens ausgedehnt. Die grösste Dichtheit des Wassers findet sich dabey aber keinesweges bey 0° C., sondern (nach den neuesten Untersuchungen von *Hällström*) bey 4,1° C.; so zwar, dass wenn die Dichtheit und das Vol. des Wassers bey 0° C. = 1 gesetzt werden, bey 4,1° C. die Dichtheit = 1,00010824 und das Volumen = 0,99989177 ist, und von diesem Puncte an sich wieder dergestalt wendet, dass nahe bey 8° C. wieder, wie bey 0°,

sowohl die Dichtheit als das Vol. = 1 wird; worauf das Vol. mit der steigenden Temp. gleichmässig zunimmt.

[Man hat dieses Ausdehnungsgesetz des Wassers irrigerweise als eine merkwürdige Ausnahme von den allgemeinen Ausdehnungsgesetzen aufgestellt. Wer hieran zweifelt, der mache den Gefrierpunct jeder andern krystallisirbaren Flüss. zum Nullpunct eines Thermometers, und er wird finden, dass jenes Gesetz ein Allgemeines sey (§. 235, 1). — Sichtbar lässt sich dieses Gesetz darstellen, wenn man ein gläsernes Gefäss mit langem und sehr engem Halse mit gefärbtem Wasser füllet, und nach und nach bis zu 0° C. erkalten lässt. (✱)

Die gleichmässige Ausdehnung und Erhitzung des Wassers von 4,1° C. aufwärts gehet aber, beym Druck der Atmosphäre von 28 Pariser Zollen, nicht weiter als bis zu 100° C.; weil das Wasser bey dieser Temp. ins Sieden kommt, und alle eindringende Wärme bindend, ohne dass die Temp. weiter gesteigert wird, mit nahe 1700facher (nach *Gay-Lussac* 1696,4facher Volumsvermehrung, in *Wassergas (Wasserdampf)* übergehet (§. 226).

[Der Siedepunct des Wassers wechselt mit dem Barometerstande dergestalt, dass die Differenz, nahe bey 28 Zollen, für jede Par. Linie der Quecksilberhöhe $^{84}/_{1000}$ eines Centesimalgrades beträgt. — Die zur Ueberführung des Wassers von 100° C. in die Gasgestalt erforderliche Menge des Aräons beträgt nach *Despretz* genau so viel, als hinreichend wäre, die Temp. derselben Menge Wassers von 100° C. bis auf 531° C. zu steigern. —]

Das Wassergas (Wasserdampf) ist gasförmig und durchsichtig wie die Luft, und besitzt nach *Gay-Lussac* eine Dichtheit (die der atm. Luft = 1) = 0,6201, und eine Wärmecapacität (die des Wassers = 1) = 0,8407: aus welchem letztern Umstande auch hervorgehet, dass sich die Mengen des Aräons, welche gleiche Gewichte Wassers und Wassergases um gleiche Grade in der Temp. erhöhen können, wie 1,0000 : 0,8407 verhalten werden. — Das Wassergas ist nun auch wieder ein Wärmeleiter, und also bey weiterer Zuführung des Aräons der steigenden Erhöhung

seiner Temp. fähig: wobey dasselbe, wie die beständigen Gasarten, bey steigender Temperatur, immer mehr und mehr ausgedehnt wird, und endlich ein mehrere hundertmahl grösseres Volumen, und zugleich eine so grosse Elastizität erlanget, dass es eingeschlossen selbst die stärksten metallenen Gefässe zersprengen kann.

[Die Spannung des Wassergases (oder Wasserdampfes) ist nach *Biot* bey — 20° C. = 1,333, bey 0° C. = 5,059, bey 100° C. = 760,000, bey 130° C. = 1907,67 Millimetern der Quecksilbersäule (§. 228). (*Biot's Traité de Phys. expérim. etc. etc. T. I.* 531.)]

Wird dagegen das Wassergas unter 100° C. erkältet, so gehet dasselbe allmählich wieder in tropfbares Wasser über; welches auch, wenn dichtere Körper zur Ableitung der Wärme dargebothen sind, als solches an ihrer Oberfläche verdichtet wird: wenn aber die Erkältung in der Luft, und also auch im innern Raume lufthältiger Gefässe erfolgt, zuerst unendlich kleine Bläschen bildet; die sich so lange als Dampf oder *Nebel* (§. 227) schwebend herumtreiben, bis sie aneinander stossend zerplatzen, und sich nach und nach zu kleinern, dann grössern Tropfen vereinigen, und endlich vermöge ihrer grössern Schwere niedersinken, und so das Phänomen des *Regens* oder *Thaues*, oder bey stärkerem Erkalten das des *Reifes*, *Schnees* und *Schauers* erzeugen.

§. 424. Wie mit dem Aräon so verbindet sich das Wasser im zweyten Grade der chem. Anz. auch mit vielen andern gasförmigen, tropfbaren und festen Körpern von allen Zusammensetzungsstufen, und diese Verbindungen sind auch gasförmig, tropfbar oder fest, je nach der Beschaffenheit des vorwaltenden Bestandtheiles.

§. 425. Kommen *Gasarten* mit dem Wasser in Conflict, so erfolgt ihre Vereinigung; es werden aber verschiedene Gasarten in verschiedenen Quantitäten aufgenommen, weil verschiedene Substanzen eine verschiedene Anziehung zum

Wasser besitzen. Sind dabey die Gasarten in vorwaltender Menge in der Mischung enthalten, so ist diese gasförmig, indem das Wasser von den Gasarten aufgelöset wird; wie uns die Atmosphäre der Erde, welche bekanntlich zu verschiedenen Zeiten verschiedene Mengen Wassers aufgelöst enthält, ein passendes Beyspiel gibt. — Ist hingegen die Menge des Wassers vorwaltend, so bildet auch dieses das Auflösmittel, und die von demselben aufgenommenen Gasarten werden, indem sie die Verbindung eingehen, Mischungen erzeugen, die zwar tropfbar, aber dennoch viel dünner sind, als das Wasser. — In beyden Fällen findet übrigens ein gewisses Maximum Statt, bis zu welchem der eine Körper den andern aufnehmen kann. In beyden Fällen ist dieses Maximum aber auch von der vorwaltenden Temperatur abhängig, und solche Verbindungen zerfallen daher gewöhnlich schon durch den Wechsel der Temperatur in ihre Bestandtheile.

[So wird z. B. die Auflösung des Wassers in Gasarten durch die Erhöhung der Temp. gar sehr begünstiget; während sie bey herabgesetzter Temp. dadurch, dass die Cohäsion der Wassertheile überhand nimmt, zerlegt wird, und — wie beym Regen — einen Theil des Wassers in tropfbarer Gestalt absetzt. — Umgekehrt wird wieder durch die Herabsetzung der Temp. die Auflösung oder Absorbtion der Gasarten im Wasser befördert; während sie bey Vermehrung der Wärme wieder aufgehoben wird, indem die condensirten Gasarten, ihre ursprüngliche Körperform annehmend, das Wasser verlassen. — Doch kann auch eine zum Gefrieren des Wassers hinreichende Herabsetzung der Temp. diesen letzten Erfolg herbeyführen, indem bey dem Festwerden des Wassers die Gasarten ausgeschieden werden. — Alle diese Erfolge sind endlich auch vom Drucke der Atmosphäre abhängig, und können daher auch durch Verdünnung oder Verdichtung der umgebenden Luft befördert, oder gehindert werden. — In diesem Umstande liegt auch der Grund, um dessentwillen, mit der einen Gasart gesättigtes Wasser, wenn es mit der andern Gasart zusammen kommt, einen Theil der erstern fahren lässt, und eine entsprechende Menge der andern dafür absorbirt.

Kommen gemengte Gasarten mit dem Wasser in Berührung, so absorbirt dieses in demselben Verhältniss mehr von einer als von der andern Gasart, als diese darin auflöslicher ist; daher denn auch die noch übrig bleibende Gasmischung nach einem andern Verhältnisse gemischt erscheint.

Hat das Wasser Gelegenheit zwey Gasarten, die der gegenseitigen chem. Einwirkung fähig sind, nach einander zu absorbiren, so nimmt es mehr davon auf, als es von einem der Gase für sich allein aufnehmen würde. So z. B. nimmt mit Oxygengas gesättigtes Wasser mehr Azotoxydgas auf, als reines Wasser. Diess begründet aber durchaus keine Ausnahme vom Gesetze; denn der erste Theil des Azotoxydes bildet mit dem Oxygengas azotigte Säure u. s. w. (✱)

Man hat in neuerer Zeit alle Fälle der Auflösung der Gasarten im Wasser in zwey Categorien eingetheilt, je nachdem nähmlich dabey Wärme entbunden wird oder nicht. Eine solche Spaltung beruht aber auf dem Irrthume, dass man Dinge unter einen Hut gebracht hat, die nicht zusammen gehören. Jene Fälle, in welchen — wie z. B. wenn muriumsaures Gas und Ammoniakgas vom Wasser absorbirt wird — Wärmeentbindung Statt findet, gehören nähmlich gar nicht hierher: indem dabey das Gas mit dem einen Theile des Wassers unter Wärmeentbindung zum zweyten Hydrate verbunden, und noch eh' das Erkalten erfolgen konnte, mit dem übrigen Wasser zur Verbindung des zweyten Grades (Auflösung) vereinigt wird (s. §. 112 und 200).] (✱)

§. 426. Kommen *Flüssigkeiten* anderer Art mit dem Wasser in Berührung, so erfolgt bey vielen die gegenseitige Auflösung, denselben allgemeinen Gesetzen entsprechend, die im Vorigen in Beziehung auf die Gasarten angeführt worden sind. So z. B. lässt sich der Weingeist, es lassen sich die meisten flüssigen Säuren, und in geringer Menge sogar die ätherischen Oehle im Wasser auflösen; indem bald eine solche Flüssigkeit, bald das Wasser das Auflösemittel bildet, und eines ein gewisses, für verschiedene Temperaturen und verschiedene Substanzen verschiedenes, Maximum des andern aufnimmt. Viele andere Flüssigkeiten wieder sind im Wasser ganz unauflöslich, wie z. B. die fetten Oehle.

§. 427. Das Wasser vereiniget sich endlich auf gleiche Weise auch mit vielen *festen Körpern* verschiedener Art, als: mit vielen Salzen, Oxyden, Säuren und mehreren organischen Substanzen, als: Zucker, Gummi, Gallerte, organischen Säuren u. s. w. zu Verbindungen des zweyten Grades, die gleichfalls den eben angeführten Gesetzen entsprechen; so zwar, dass sie bald die flüssige, bald die feste Form annehmen, je nachdem ein oder der andere Bestandtheil vorwaltend auftritt; und dass auch hier von dem andern Bestandtheile ein gewisses Maximum aufgenommen wird, welches nach dem Stande der Temperatur veränderlich ist.

§. 428. Tritt dabey das Wasser in vorwaltender Menge auf, so entstehen förmliche Auflösungen (§. 64), die, wie das Wasser selbst, flüssig sind. Man erzeugt sie, wenn das Wasser mit den auflöslichen Substanzen, als: mit Salzen, Zucker u. s. w. zur Vermehrung der Berührung umgerührt, geschüttelt, und nöthigenfalls sogar gekocht wird. Das grösste Beyspiel solcher Auflösungen gibt uns aber das in der Natur so häufig vorkommende Wasser selbst; denn alle Gattungen desselben sind Verbindungen dieser Art, alle enthalten sie mehr oder weniger von jenen Oxyden, Säuren, Salzen, und nicht selten von jenen organischen Substanzen, mit welchen sich zu verbinden sie die Gelegenheit hatten.

[Man theilt in dieser Beziehung das natürlich vorkommende Wasser zunächst in *Meteorwasser* und *Erdwasser* ein.

Meteorwasser nennet man dasjenige Wasser, welches, in Folge der immerwährenden Verdünstung aus der Erdoberfläche, und den Seen, Flüssen und Meeren, oder durch Verbrennung des Hydrogengases entstanden, sich in der Erdatmosphäre gasförmig gesammelt hat, und wenn es entweder durch Erkältung, oder durch Störungen des elektr. Gleichgewichtes verdichtet wird, nach Verhältniss des mehr oder weniger raschern Erkaltens entweder als *Thau*, oder als *Nebel*, *Reif*, *Schnee* oder *Hagel* zur Erde niederfällt. Dasselbe ist immer mit atm. Luft, oft aber auch mit etwas Carbonsäure, Azotsäure, Ammoniak, und in

der Nähe der Wohnungen wohl auch mit andern verdünsteten Substanzen, und mit Staub verunreiniget (§. 420). Zu gewissen Jahreszeiten ist demselben wohl auch der Blüthenstaub verschiedener Pflanzen beygemengt; daher die Erzählungen von Blutregen, Schwefelregen, wenn solcher Staub von den Blüthen des Hollunders, der Kiefern, des *Lycopodium clavatum* u. s. w. vom Winde verweht wird.

Erdwasser (tellurisches Wasser) dagegen nennet man das an der Oberfläche, und im Innern des Erdballs vorkommende Wasser, und theilt es weiter ein, in:

a) *Eis* (festes Wasser), welches im tiefen Norden und Süden zu allen Zeiten, im Winter auch in gemässigten Zonen häufig vorkommt, und gewöhnlich wenig fremde Beymischungen enthält; weil diese beym Gefrieren abgeschieden werden.

b) *Seewasser* (Meerwasser), welches, die tiefern Stellen des Erdballs ausfüllend, die Meere bildet. Es enthält muriums. Sodium - Calcium - Magnium - und zuweilen auch Kaliumoxyd, schwefels. Sodium - und seltener Kaliumoxyd, carbons. Calciumoxyd, jods. und broms. Salze in geringer Menge, und verschiedene org. Substanzen.

c) *Flusswasser*, welches in Flüssen, Bächen und Landseen vorkommt, und nach dem Regenwasser am wenigsten Beymischungen enthält; die übrigens dieselben sind, wie im Quellwasser.

d) *Quellwasser*, welches an der Oberfläche der Erde aus eigenen Höhlungen hervorbricht, und *Quellen* formirt, die wenn sie nicht durch Brunnen, oder durch die Localität selbst eingeschränkt sind, beständig abfliessen, und dadurch Bäche, Flüsse und Landseen erzeugen. Die Quellen entstehen dadurch, dass das an höheren Stellen des Erdballs niederfallende Regenwasser, Schneewasser u. s. w. in den Boden eindringet, und an tiefern Stellen wieder hervorbricht. Ihr Wasser enthält immer die auflöslichen Bestandth. des Bodens, dem es entquillt, und ist daher um so reiner, je weniger solche Theile der Boden enthält. (Bey Carlsbrunn in Schlesien fliesset ein Bach aus dem kalkfreyen Gebirge, welcher Mühlen und Werke treibt, und fast chemisch reines Wasser enthält). Man theilet dasselbe weiter ein, in:

aa) *Gemeines Quell-* oder *Brunnenwasser*, welches gewöhnlich muriumsaure, schwefelsaure und carbonsaure Salze des Calcium - und Magniumoxydes, und freye Carbonsäure, und oft auch etwas Humussäure, aber alles diess in so geringer

Menge enthält, dass es noch als süsses Trinkwasser brauchbar ist.

bb) *Mineralwasser*, welches eine grössere schon durch die Organe des Geschmaks wahrnehmbare Menge salziger Beymischungen enthält; und insbesondere wieder in:

aaa) *Sauerbrunnen*, welches nebst den Salztheilen eine so grosse Menge Carbonsäure enthält, dass es in der gemeinen Temp. schon aufschäumt.

bbb) *Schwefelwasser*, welches Schwefelhydrogen enthält, und insbesondere wieder: *heisses*, *kaltes*, *salzhältiges*, *eisenhältiges*, *eisenfreyes* Schwefelwasser u. s. w. heisset, wenn es die angedeuteten Beymischungen enthält.

ccc) *Kieselwasser*, welches Siliciumoxyd enthält.

ddd) *Alkalisches Wasser*, welches Alkalien und Salze aber weniger Carbonsäure enthält.

eee) *Schwefligtsaures Wasser*, welches schwefligte Säure enthält.

fff) *Salpeterwasser*, welches azotsaure Salze enthält.

ggg) *Salzquellen*, welche vorzüglich Küchensalz enthalten.

hhh) *Boraxquellen*, welche boronsaures Sodiumoxyd enthalten.

iii) *Vitriolisches Wasser*, welches schwefelsaure Metallsalze, und insbesondere *Cämentwasser*, welches schwefels. Kupferoxyd enthält.

kkk) *Seifenartiges Wasser*, welches wie Seifenauflösung schäumt und an Alkalien gebundene thierische Stoffe enthält.

Im gemeinen Leben unterscheidet man das Wasser auch in *hartes* und *weiches Wasser*. Zur ersten Classe gehört das Regen-, Schnee- und Flusswasser, und auch manches Brunnenwasser, wenn es sehr wenig salzige Theile enthält, und eben darum einen faden Geschmack besitzt. Zur zweyten zählt man alles Quell- und Brunnenwasser, welches etwas mehr Salz enthält, und eben darum dem Gaumen mehr zusagt, und als Getränk benutzt wird.

Man hat behauptet, die Auflösung fester und flüssiger Körper im Wasser erfolge bald mit, bald ohne Wärmeentbindung. Diess ist ein Irrthum, indem Wärmeentbindung nur dann erfolgen kann, wenn der aufzulösende Körper, ehe sich derselbe in der ganzen Wassermenge auflöset, mit einem Theile des Wassers eine energisch-chemische Verbind. erzeugt (§. 200). (✱)

In Beziehung auf die Begünstigung der Auflösungen durch

erhöhte Temp. findet kein bestimmtes Gesetz Statt. Einige Salze erfordern fast gleich viel kaltes und heisses Wasser zur Auflösung, z. B. das Küchensalz. Einige andere gewinnen regelmässig mit dem Steigen der Temp. auch an Auflöslichkeit. Einige gewinnen sehr rasch an Auflöslichkeit bis zu einem gewissen Grade, dann aber bey weiterer Erhöhung der Temp. nur wenig. Einige endlich verlieren sogar bey höherer Steigerung der Temp. an der Auflöslichkeit, wie z. B. das citronensaure Calciumoxyd (wahrscheinlich in Folge einer Zersetzung.)]

Von den eigentlichen Auflösungen im Wasser sind jene Gemenge sehr wohl zu unterscheiden, in welchen der feste Körper nur mechanisch aber so ungemein fein zertheilt im Wasser schwebt, *suspendirt* ist, dass er mit durch das Filtrum gehet, und überhaupt dem Auge unsichtbar ist: wie z. B. der im Wasser suspendirte Tragant, der schwarze Niederschlag der Tinte, die verschiedenen Bestandtheile der Milch.

§. 429. Treten hingegen die festen Körper bey ihrer Verbindung mit dem Wasser durch den zweyten Grad der chem. Anz., in vorwaltender Menge auf, so sind auch die Verbindungen fest; aber die Bildung solcher Verbindungen ist von verschiedenen Erscheinungen begleitet, je nachdem sie rein vor sich gehet, oder mit andern Processen complicirt hervortritt.

Ist der Fall rein, so nimmt die feste Substanz nach und nach eine gewisse Menge Wasser auf, und erlangt dadurch, weil der feste Körper in seine kleinsten Theilchen getrennt mit Wasser durchschichtet wird, ein grösseres Volumen; indem zugleich — wie es dem Gesetze entspricht — die Temp. sinket, oder doch wenigstens nicht steiget.

[Beyspiele dieser Art geben die Gallerte und der Traganth, wenn sie mit Wasser übergossen werden; indem sie in einiger Zeit zu einem sehr grossen Volumen anschwellen; eben so, bey der Vermischung der Aufl. des Alauns und des Kaliumoxydhydrates, das mit vielem Wasser verbundene Alumiumoxydhydrat.

Mit andern Einflüssen complicirte Fälle ergeben sich dann, wenn die kleinsten Theilchen des festen Körpers in gewissen Richtungen mit einander unbeweglich verbunden bleiben, und also die der vorwaltenden chem. Verwandtschaft des zweyten Grades entsprechende Wassermenge nicht Raum genug findet, sich frey um jedes einzelne Theilchen atmosphärisch anhäufen zu können: denn in solchen Fällen wird gleichwohl eine grössere Menge Wassers aufgenommen, aber zugleich durch die allgemeine Anz. (§. 75, *c*) in den Zwischenräumen so sehr verdichtet, dass Wärme entbunden wird. Der Fall gestaltet sich aber auch wieder nach zwey verschiedenen Modificationen, je nachdem der feste Körper bereits gebildet ist, und späterhin das Wasser absorbirt, oder erst in der Art im Wasser entstehet, dass die festen Theilchen sich mit einander zu regelmässigen Gestalten, *Krystallen*, vereinigend, das Wasser einschliessen, und indem sie sodann noch näher aneinander treten, auch zugleich unter Wärmeausscheidung verdichten. Da nun aber diese Wärmeentbindung nur in Folge der mechanischen Einschliessung und Verdichtung Statt findet, so können complicirte Fälle solcher Art auch nicht gegen, sondern nur für das allgemeine Gesetz sprechen (§§. 112 und 200). (*)

[Beyspiele der ersten Art geben uns alle porösen festen Körper, als: das Holz, Bein, Horn, poröse Steine; die sämmtlich das Wasser unter Wärmeentbindung absorbiren. Beyspiele der zweyten Art zeigen sich bey der Krystallisation zahlloser Salze aus ihren wässerigen Auflösungen; die immer unter Erhöhung der Temperatur erfolgt, wenn eine solche Auflösung entweder durch theilweise Verdampfung des Wassers, oder durch Erkältung nicht mehr das ganze Salz aufgelöset zu erhalten fähig ist.]

Das bey solchen Gelegenheiten unter Wärmeentbindung in den festen Körpern aufgenommene Wasser wird im reinen Falle *chemisch gebundenes Wasser*, im complicirten Falle hingegen, wenn das Wasser von formlosen

festen Körpern absorbirt wird, *absorbirtes Wasser*, und wenn es endlich in die Zwischenräume der Krystalle aufgenommen wird, *Krystallwasser*, und, in sofern es dabey im festen Zustande erscheint, *Krystallisationseis* genannt.

§. 430. Die Entstehung solcher Verbindungen des Wassers findet auf sehr verschiedenen Wegen Statt; bald durch Berührung geeigneter fester Körper mit Wasser, bald durch Absorbtion des Wassers aus feuchter Luft (in welchem Falle die das Wasser anziehenden Körper *hygroskopische Körper* heissen); bald indem der feste Körper aus irgend einer seiner Verbindungen in der wässerigen Aufl. durch näher verwandte Stoffe niedergeschlagen wird; bald endlich durch die Krystallisation aus der wässerigen Auflösung. — Diese letztere wieder erfolgt bald durch freywillige Verdünstung, wenn man die wässerige Aufl. krystallisirbarer Substanzen so lange an der Luft lässt, bis so viel Wasser verdünstet ist, dass die rückständige Flüss. nicht mehr alles aufgelöst halten kann, und eben darum einen Theil krystallinisch fallen lässt; bald auch durch Abdampfung des Wassers in höherer Temp., wobey die Verminderung der Wassermenge den gleichen Erfolg herbeyführet; bald durch Erkältung der Flüssigkeit, wobey die auflösende Fähigkeit des Wassers vermindert, und eben dadurch die Krystallisation befördert wird (§. 448); bald endlich durch Hinzufügung von Alkohol, welcher einen Theil des Wassers bindet, und also gleichfalls das auflösende Wasser vermindert u. s. w.

[Hygroskopische Körper sind z. B. das muriumsaure Calciumoxyd, das bas. carbons. Kaliumoxyd, und viele andere Salze, dann das Kaliumoxydhydrat und mehrere Säuren u. s. w.

Bey der Krystallisation durch Abdampfung erkennet man den *Krystallisationspunc* (die zur Krystallisation zweckmässige Verminderung des Auflösemittels), bey einigen Körpern an einem aus Wassermangel sich auf der Oberfläche der Flüss. erzeugenden krystallinischen Häutchen (bey Salzen das *Salzhäutchen* genannt); bey andern dadurch, dass ein auf kaltes Metall gesetz-

ter Tropfen der Flüss. krystallisirt. — Sind fremde Beymischungen in der Flüss., so erhält man immer unreine Krystalle, weil auch ein Theil der Mutterlauge in die Krystalle aufgenommen wird. Diess wird zum Theil verhütet, wenn man die Flüss. während der Krystallisation schüttelt; weil sodann kleine Krystalle entstehen, die weniger Flüss. einschliessen. Besser erfolgt die Reinigung der Krystalle durch wiederholtes Auflösen in reinem Wasser und Krystallisation. — Will man grosse Krystalle erzeugen, so muss die Krystallisation nur langsam vor sich gehen, oder die allmähliche Verdünstung an der Luft geschehen. Oder man kann auch in an der Luft verdünstende Flüss. bereits gebildete Krystalle einlegen, die sich dann durch die Anziehung des eingelegten Krystalls vergrössern. Durch dieses Mittel kann man sogar aus der Aufl. zweyer Salze eines oder das andere zuerst krystallisiren machen, je nachdem ein Krystall des einen oder andern eingelegt wird. So krystallisirt aus einer Auflösung von 5 Th. warmen Wassers, 3 Th. schwefels. Sodiumoxyds und 2 Th. azots. Kaliumoxyds, dasjenige Salz zuerst, von welchem ein Krystall eingelegt wird, wenn man mit der Aufl. eine Flasche voll füllet, und sodann in einer Mischung von Schnee und Wasser erkalten lässt. — Feste Körper befördern überhaupt die Krystallisation; daher zieht man Fäden durch die zu krystallisirende Flüss. wie beym Kandiszucker, oder stellet Stäbe von Holz in dieselbe, wie beym Alaun und Grünspan. — Einige Körper krystallisiren sehr leicht (die Salze vorzüglich wenn die Basis vorwaltet), andere nur schwierig; diese letztern können aber oft durch eine kleine Erschütterung zur Krystallisation gebracht werden (§. 335, 2). — Salze die im kalten und warmen Wasser gleich auflöslich sind, können nur durch fortgesetzten Wasserverlust zum Krystallisiren gelangen. — Die Krystallisation der meisten Körper erfolgt am Boden der Gefässe, weil die Krystalle schwerer sind und zu Boden sinken, während die dadurch leichter gewordene Aufl. aufwärts strömt, und von der noch gesättigteren schweren Flüssigkeit verdrängt wird. — Die auskriechende Krystallisation beruht offenbar auf elektr. Ursachen (§. 369.)]

§. 431. Die Menge des Krystallwassers, welche von verschiedenen Substanzen aufgenommen wird, ist höchst verschieden; so zwar, dass einige mehr als ihr eigenes Gewicht enthalten, andere nur ein Minimum, noch andere gar

keines. Man hat aus den bestimmten Quantitäten des Krystallwassers einiger Salze geschlossen, dass auch diese den Gesetzen der chemischen Aequivalenz folgten, und zwar dergestalt: dass bey den Salzen das im Krystallwasser enthaltene Oxygen immer ein Multiplum, oder Submultiplum sey von der Oxygenmenge der Basis, und dass also die Salze mit Krystallwasser den energisch-chemischen Verb. angehörten. Indessen spricht gegen diese Ansicht der Umstand: dass bey vielen Salzen jenes Multiplum nicht aufzufinden ist; dass viele andere bey verschiedener Temp. krystallisirend auch verschiedene Mengen Wassers aufnehmen (schwefels. Sodiumoxyd krystallisirt nach *Berzelius* bey + 30° C. ohne, bey + 10° C. mit, das muriums. Sodiumoxyd bey 14° C. ohne, bey — 10° C. mit Wasser); dass grössere Krystalle (weil sie bey gleicher Masse mehr Zwischenräume haben) mehr Wasser enthalten als die kleinen; und dass endlich das Krystallwasser aus vielen Salzen schon durch Zerreiben frey wird, und also in so grober Mischung vorhanden ist, dass dieselbe nicht zu den energisch-chemischen Verbindungen zu zählen, sondern vielmehr auf die Gränze zwischen die mechanischen und chem. Verbindungen des zweyten Grades zu stellen ist. (*)

§. 432. Was endlich die Festigkeit dieser Verbindungen anbetrifft, so ist dieselbe ungemein schwach. Die Auflösungen verlieren schon an der Luft durch Verdünstung nach und nach ihr Wasser, und noch schneller beym Erhitzen; beym Gefrieren wird dasselbe meistens rein als Eis ausgeschieden. Die festen porösen Körper trocknen an der Luft aus. Viele Krystalle verlieren an der Luft das Krystallwasser indem sie verwittern, alle beym Erhitzen. — Mehrere Salze zerspringen in der Hitze Wasser verlierend, oder verknistern (§. 144, *cc*); wesshalb mehrere Chemiker dieses Wasser nur als mechanisch eingeschlossenes betrachten.

γ) *Zersetzung des Hydrogenoxydes, oder Wassers.*

§. 433. Das Wasser wird zersetzt: *a*) durch elektr. Fl. in Hydrogengas und Oxygengas (§. 511, *a*); *b*) durch mehrere Aräoide welche sich mit dem Oxygen zu Oxyden vereinigen, während Hydrogengas oder eine Verbind. desselben ausgeschieden wird; und zwar erfolgt diess bey einigeu schon in gemeiner, bey andern nur in erhöhter Temp.; *c*) durch Aräoide und Oxyde zugleich, wobey Salze entstehen und Hydrogengas, oder eine Verbind. desselben ausgeschieden wird; *d*) durch mehrere Verbindungen aus zwey Aräoiden, wobey das eine mit dem Oxygen, das andere mit dem Hydrogen verbunden wird; *e*) durch den organ. Lebensprocess, wobey dessen Bestandtheile zum Baue organischer Theile dienen (s. B. III.).

[Zu *b*) Kalium auf Wasser geworfen, erzeugt im Wasser sich auflösendes Kaliumoxydhydrat, und Kaliumhydrogengas, und Hydrogengas, welches sich aber durch die erzeugte Hitze entzündet. Sodium erzeugt damit Sodiumoxyd und Hydrogengas ohne Entzündung. Mangan eben so, aber viel langsamer. Eisen, Zink, Carbon u. s. w. wirken nur erst in der Hitze auf ähnliche Weise (§. 511, *b*, *aa*). — Zu *c*) Eisen, Schwefels. und Wasser liefern schwefels. Eisenoxydul, Eisenhydrogengas, und Hydrogengas; Phosphor, Kaliumoxydhydrat und Wasser erzeugen phosphors. Kaliumoxyd, Phosphorhydrogen, und Hydrogengas (§. 132). — Zu *d*) Schwefelkalium gehet mit Wasser in Schwefelhydrogen-Kaliumoxyd über.]

δ) *Functionen des Hydrogenoxydes oder Wassers in der Natur.*

§. 434. Das Wasser entwickelt in der Natur eine überaus grosse Thätigkeit, indem es bald als Auflösmittel bald als Ueberführungsmittel auftritt.

Als Auflösmittel unterstützt dasselbe in hohem Maasse die Functionen aller lebenden Organismen; indem es nicht nur den flüssigen Zustand ihrer Säfte bewirkt, sondern

dabey zugleich auch selbst zum Theil zersetzt, und zur Bildung jener räthselhaften Geschöpfe verwendet wird (s. B. III.).

Als Auflösmittel und mechanisches Ueberführungsmittel zugleich hingegen nimmt dasselbe — indem es ununterbrochen aus den Meeren verdampfet, und nachdem es als Thau, Regen, Schnee oder Hagel auf dem festen Lande niedergefallen ist, durch die Bäche und Flüsse wieder dahin zurückströmt — an allen Puncten des Erdballs die auflöslichen Theile in sich, und führet sowohl diese, als durch mechanische Gewalt die unauflöslichen Theile, von einem Orte zum andern über: so zwar, dass es auch in der unorganischen Natur nicht nur jene immerwährende Abwechselung in der Berührung heterogener Substanzen veranlasset, in welcher die Fortdauer der allgemeinen Naturthätigkeit im Einzelnen entspringet; sondern auch jenen kolosalen, Jahrtausende umfassenden, Cyclus herbeyführet: in welchem unaufhörlich ungeheure Massen fester Theile vom höheren Lande unter das Niveau des Meeres übertragen werden, und eben dadurch — das zwischen dem Wasser und den festen Theilen bestehende Gleichgewicht störend, zwar langsam, und für die kurze Dauer unserer astronomischen Erfahrung zur Zeit noch unbemerkt, aber ununterbrochen — allmählich alle Theile des Erdkörpers aus der Tiefe des Meeres emporsteigen, und wieder versinken machen, und auf diesem Wege auch die fortschreitende *Veränderung der Erdachse*, und die allmähliche Wanderung jedes einzelnen Punctes am Erdball, durch alle Zonen vom Südpol bis zum Nordpol, und damit zugleich die Uebertragung der Seemuscheln auf die höchsten Gebirge, und der Reste der südlichen Vegetation in die Polarländer, und endlich jene Veränderungen im Klima verschiedener Länder, und jene Verrutschungen in den Schichten des Erdballs bewirken; die heute noch den Scharfsinn der Geognosten in hohem Maasse in Anspruch

nehmen, und schon manche abentheuerliche Hypothese ins Leben gerufen haben. (*)

Durch seine Fähigkeit endlich beym Gefrieren zu einem grössern Vol. ausgedehnt zu werden, zerstört das Wasser, indem es in den Zwischenräumen anderer Körper gefriert, zahllose Organismen, und die festesten Steinarten, und wirket auch auf diesem Wege auf die ewige Umstaltung der Erdoberfläche mächtig ein.

ε) *Anwendung des Hydrogenoxydes oder Wassers.*

§. 435. Das Wasser findet durch seine allgemeine Verbreitung, im gemeinen Leben wie in den Künsten, eine so häufige Anwendung, dass es ohne Zweifel auch der Chemie einen eigenthümlichen Charakter aufdrückt; den sie nicht haben würde, wenn das Wasser kostspielig wäre, und man daher durch andere Mittel die verschiedenen Absichten zu erreichen suchen müsste. — Dieser grosse Einfluss ist aber grösstentheils auch von seinem flüssigen Zustande abhängig, den es ohne Zweifel dem gebundenen Aräon verdanket.

Im gemeinen Leben dient uns das Wasser zunächst als das einzige zur Erhaltung thierischer Organismen unentbehrliche *Getränk;* denn alle übrigen Flüssigkeiten, Wein, Bier u. s. w. sind nur durch die Beymischung des Wassers trinkbar, und ganz gewiss um so schädlicher, je weniger Wasser sie enthalten. — Es dient uns ferner als höchst wesentliches Hülfsmittel bey der *Zubereitung der Speisen:* denn nicht nur kochen wir vegetabilische und animalische Stoffe mit Wasser, um dieselben einerseits aufzulockern, oder mürbe und geniessbar zu machen, und andererseits durch Anschwängerung des Wassers mit den auflöslichen Theilen *nahrhafte Brühen* zu erzeugen; sondern selbst bey der Zubereitung *gebratener Speisen* und aller *Backwerke* ist es ohne Zweifel nur das Wasser, welches durch die

Hitze in Dämpfe ausgedehnt, die Umwandlung oft ganz ungeniessbarer Gemenge in die schmackhaftesten Gerichte bewirkt, etc. etc. — Es dient uns endlich zum *Waschen* der Zeuge, und anderer Gegenstände; indem es durch häufig wiederholte Berührung mit denselben, die daran klebenden Verunreinigungen bald auflöset, bald auch während seines Abfliessens mechanisch entfernt.

In der Technik hingegen ist das Wasser das am häufigsten benützte Agens, und die Mannigfaltigkeit seiner Anwendung so unendlich gross; dass der Chemiker ohne Zweifel um einen grossen Schritt voraus ist, wenn er sich nur erst gewöhnt hat, bey der Beurtheilung chemischer und technischer Processe die Beziehungen des Wassers nie aus den Augen zu verlieren. — Dabey dient uns aber das Wasser auf zwey verschiedenen Wegen, nähmlich: bald als mechanisches, bald als chemisches Hülfsmittel, und wohl auch oft in beyden Eigenschaften zugleich. — In ersterer Hinsicht benützen wir dasselbe durch seine Schwere zum *Betriebe der Mühlen* und anderer mechanischer Werke. In letzterer hingegen wenden wir es durch seine chemischen Eigenschaften als *Auflösmittel*, *Abkühlungsmittel*, *Beheitzungsmittel*, und als indirectes Mittel zur *Erzeugung mechanischer Kraft* auf chemischem Wege an.

[Als *Auflösmittel* im Allgemeinen benützen wir das Wasser — mit Ausnahme der wenigen Fälle, wo geradezu das Aräon, oder seltener, Alkohol, Aether, Oehle etc. etc. verwendet werden — zu allen Operationen des sogen. nassen Weges; indem wir die miteinander zu bearbeitenden Substanzen, oder wenigstens eine derselben im Wasser auflösen, damit sie flüssig, und der chemischen Thätigkeit fähig werde: und wir sind es so sehr gewohnt, manche Substanzen nur im Zustande der wässerigen Aufl. zu sehen, dass wir häufig — und nicht selten zur offenbaren Erschwerung einer klaren Einsicht in das chemische Wirken der Körper — des anwesenden Wassers gänzlich vergessen, und dasselbe oft sogar nicht einmahl nennen. So sagt man z. B. in der Praxis sehr oft: Phosphorsäure, Schwefelsäure,

Sodiumoxyd, anstatt: Phosphorsäure-, Schwefelsäure- und Sodiumoxydhydratauflösung u. s. w., und verliert dabey das Wasser gänzlich aus den Augen. Es muss daher, wenn auch in der Folge von jener bereits allgemein üblichen Abkürzung oft Gebrauch gemacht werden wird, hier ein für allemahl bemerkt werden: dass in allen dahin gehörigen Fällen die Gegenwart des Wassers eben so gut vorausgesetzt wird, als die des Aräons (§. 26), und dass man folglich allemahl, wenn es nothwendig ist, den Einfluss desselben gehörig zu berücksichtigen hat.

Im Einzelnen hingegen dient das Wasser oft als Scheidemittel, und zwar bald Verbindungen des ersten, bald solche des zweyten Grades zersetzend. — In erster Beziehung sehen wir z. B. das neutrale azotsaure Wismuthoxyd bey seiner Auflösung in vielem Wasser in bas. und saures Salz zerfallen; weil das neutrale Salz die grosse Verdünnung nicht verträgt (§§. 129, und 231). — In zweyter Beziehung werden gemischte Körper mit Wasser macerirt, infundirt, digerirt, gekocht oder destillirt, um die auflöslichen Theile damit zu verbinden, und von den unauflöslichen zu trennen; wobey aber, wenn die Gewinnung der erstern beabsichtiget wurde, oft noch zur Entfernung des Wassers eine neue Operation vorgenommen werden muss (§. 247).

Als *Abkühlungsmittel* dient das Wasser, wenn es durch die Laboratorien geleitet wird, zur Abkühlung der darin enthaltenen Luft, und insbesondere, wenn es die Operationsgefässe umgibt, zur Erkältung und Verdichtung der darin enthaltenen Dämpfe u. s. w. Nicht selten wird es auch mit andern Substanzen zugleich zur Erzeugung grosser Kälte verwendet (§. 252).

Als *Beheitzungsvehikel* wird das Wasser bald in tropfbarer, bald in gasförmiger Gestalt angewendet. — In der erstern bewirkt es die Erwärmung der Wohnungen, Glashäuser etc. etc. *Wasserheitzung*, wenn es in einem tief situirten Kessel erhitzt, und mittelst einer durch die zu erwärmenden Räume, und wieder in den Kessel zurück geführten metallenen Röhre, zur fortwährenden Circulation (§. 251) gezwungen wird, und also durch Erkältung in jener Röhre der sie umgebenden Luft Aräon mittheilet. Auf demselben Princip beruht auch die Operation des *Beuchens*, wobey man fortwährend heisses Wasser etc. etc. auf zu reinigende Stoffe überströmen, und wieder in den Wärmekessel zurücklaufen lässt (§. 251). — In gasförmiger Gestalt hingegen wird das Wasser durch Erhitzung in geschlossenen Kesseln, *Dampfkesseln*, als *Wassergas*, *Wasserdampf*, ent-

bunden, und in andere Apparate übergeleitet. Man leitet die Dämpfe solchergestalt auf feste Substanzen, um sie zu erweichen, *Dämpfung*, oder durch metallene, in den Wohnungen angebrachte Röhren, um die erstern zu erwärmen, *Dampfheitzung*, oder in Flüssigkeiten die man zum Sieden bringen will, *Dampfkochung*, oder in Flüssigkeiten die man bis zur Destillation erhitzen will, *Dampfdestillation* (§. 255, *dd*). Die Destillation mittelst Dampf ist vorzüglich in jenen Fällen nützlich anzuwenden, wo man mit Substanzen operirt, die leicht anbrennen, z. B. beym Branntweinbrennen aus Trestern, Obst, und Cerealien: mit Ersparung des Brennmaterials resultirt sie jedoch nur dann, wenn durch einen Dampfkessel *mehrere* Destillirblasen geheitzt werden; weil sodann die Beheitzung des Mauerwerkes mehrerer Oefen erspart wird.

Zur *Erzeugung mechanischer Kräfte auf chemischem Wege* endlich dient das Wasser bey *Hebewerken durch Differenzen in der Temperatur* (§. 251), und bey den *Dampfmaschinen*. Der wesentlichste Theil dieser letztern bestehet aus einem metallenen hohlen, an beyden Enden verschlossenen Cylinder, in welchem sich ein genau passender beweglicher Stämpel oder Kolben befindet, welcher durch eingelassene gespannte Wasserdämpfe in dem Cylinder hin und her getrieben wird, und mittelst einer daran befestigten Stange auch ein Schwungrad und alle damit in Verbindung stehenden Maschinen mit bewegt. Die Einrichtung dieser Vorrichtungen ist auch wieder in so fern verschieden, als man bey einigen den Kolben dadurch in Bewegung setzt, dass der Dampf abwechselnd bald an einem bald am andern Ende in den Cylinder eingeführt wird; während bey andern der Dampf nur auf einer Seite einströmt, und sobald die Verschiebung des Kolbens bewirkt ist, durch eingespritztes Wasser wieder verdichtet, und hierauf (weil ein leerer Raum entstehet) die rückgängige Bewegung durch den Druck der Atmosphäre hervorgebracht wird. Die Wirkung der Dampfmaschinen ist immer um so grösser, je höher die Spannung des Dampfes steht, und diese wird mit Hülfe eines mit dem Dampfkessel in Verbindung stehenden Barometers beurtheilt (*Schw.* J. XLII. 436).

Zu diesen verschiedenen Absichten kann auch Wasser von verschiedener Reinheit verwendet werden. — Bey chemischen Untersuchungen, bey Operationen, wo das gesuchte Product oder Educt mit Wasser ausgezogen wird, oder als Niederschlag erscheint, muss nothwendig auch chemisch-reines Wasser ge-

nommen werden; weil sonst die erzeugten Präparate mit den Beymischungen des Wassers verunreinigt werden können. — Zu vielen technischen Arbeiten ist es dagegen oft schon hinreichend, wenn der grösste Theil der im Wasser vorkommenden erdigen Salze entfernt wird. Diese Absicht wird erreicht, wenn man das Brunnenwasser eine Zeitlang kochen lässt; wobey die nur mit Hülfe überschüssiger Carbonsäure aufgelösten erdigen Salze zu Boden fallen, während die Carbonsäure entweichet. Oder man fügt etwas gebrannten und gelöschten Kalk hinzu, welcher die Carbons. bindet, und mit jenen Salzen zugleich niederfällt.

Noch besser, und vorzüglich in jenen Fällen, wo die sogenannten erdigen Salze nachtheilig seyn würden, dient ein Zusatz von bas. carbons. Kaliumoxyd; weil dieses die Basen jener Salze im Wege doppelter Wahlverwandtschaft fället, und mit ihren Säuren auflösliche Salze bildet. — In den Dampfkesseln ist viel Salz enthaltendes Wasser desshalb minder anwendbar, weil sich die niederfallenden Salze bald in Form einer Kruste, *Wasserstein*, an den Boden der Kessel absetzen, und die schnellere Zerstörung derselben veranlassen. Einen ähnlichen Wasserstein setzen die harten Wässer aber auch in den Wasserleitungsröhren ab. — Oft will man auch nur dem faulen Wasser den unangenehmen Geruch benehmen; zu welcher Absicht *Lowitz* dasselbe mit grobgepulverter frischgeglühter Kohle vermengte, und späterhin filtrirte. *Stirpian Luiscius* bewirkte dasselbe durch metallische Salze, nahmentlich durch schwefels. Eisenoxydul; welches ohne Zweifel im Wege doppelter Wahlverwandtschaft die Producte der Fäulniss, als Ammoniak, Schwefelhydrogen und Humussäure haltende Salze zerstört. — *Berthollet* liess für Seereisen die Wasserfässer innerlich verkohlen, um die Verderbniss des Wassers zu verhindern. — Um trübes Trinkwasser klar und rein zu machen, wird es durch ein Gemenge von Sand und Kohle, oder auch durch poröse Gefässe aus Sandstein oder gebranntem Thon aufwärts filtrirt (*Dingl.* Journ. XXXI, 110; XL, 170).

Die Reinheit des Wassers prüft man durch Reagentien. *Chemisch-reines Wasser* darf das Lackmus nicht röthen, sonst enthält es *freye Säure.* Ein weisser Niederschlag mit essigs. Bley- oder Baryumoxyd deutet auf *Schwefels.* Weisse Trübung durch azotsaures Silberoxyd zeiget *Muriumsäure* an; durch Calciumoxydauflösung, *Carbonsäure*; durch bas. carbons. Kaliumoxyd, *erdige Salze*; durch kleesaures Ammoniak, *Calciumoxydsalze*;

durch Ammoniak, *Magniumoxydsalze*; durch blausaures Eisenoxydul-Kaliumoxyd, wenn der Niederschlag blau ist, *Eisenoxyd*, wenn er braunroth erscheint, *Kupferoxyd*. Eine Beymischung von *Ammoniak* verräth sich, wenn metallisches Kupfer in das Wasser gesetzt wird, durch blaue Färbung; ist *Schwefelhydrogen* vorhanden, so wird das Wasser mit Bleyoxydsalzen braunschwarz getrübt; enthält es *Humussäure*, oder andere organische Substanzen, so bewirkt azotsaures Silberoxyd eine braunrothe Färbung, u. s. w. (§§. 136 und 137). — Oft genügt es auch nur die Menge der festen im Wasser aufgelösten Theile zu wissen, in welchem Falle das Wasser zur Trockenheit abgedampft und der Rückstand gewogen wird. — Oft will man bey technischen Arbeiten bloss das *härtere* Wasser vom *weicheren* unterscheiden, zu welcher Absicht ein Zusatz von Kaliumoxyd- oder Seifenauflösung dient; weil dadurch das harte Wasser sehr, das weiche hingegen wenig oder gar nicht getrübt wird.

b) Hydrogenhyperoxyd.

§. 436. Das *Hydrogenhyperoxyd* (*Wasserstoffüberoxyd*, *oxygenirtes Wasser*, *Aqua oxygenata*, *Hydrogenium hyperoxydatum*) $= \ddot{\underline{H}} = 212{,}480 = (5{,}874\ \underline{H} + 94{,}126\ \underline{O})$, wurde 1818 von *Thenard* entdeckt, und entstehet nur unter Umständen, wo das Oxygengas in höchster Verdichtung dem Wasser dargebothen wird, und dieses letztere zugleich etwas freye Säure enthält, und eine sehr niedrige Temperatur besitzt.

[*Thenard* stellte es dar, indem er ein Gemenge von 200 Th. Wasser, und beyläufig soviel Muriumsäure als zur Sättigung von 15 Th. Baryumoxyd hinreichen würde, in einem Cylinderglase in Eis einkühlte; hierauf in dieser Mischung 12 Th. reines (vorzüglich carbonsäurefreyes), vorher mit wenig Wasser zum feinen Teige geriebenes, Baryumhyperoxyd unter Umrühren auflöste (wobey muriums. Baryumoxyd entstand, und das überschüssige Oxygen an das Wasser trat); dann so lange conc. Schwefelsäure eintröpfelte, bis keine Trübung mehr erfolgte (und also das Baryumoxyd ganz gefällt war); dann die abgegossene (Wasser, Hydrogenhyperoxyd und Muriumsäure enthaltende) Flüssigkeit wiederholt so oft mit neuen Mengen Baryumhyperoxyd und Schwefelsäure behandelte, bis 90—100 Th. Baryumhyperoxyd verbraucht waren: worauf durch Uebersätti-

gung mit Bariumhyperoxyd die als Verunreinigung vorhandenen Metall- und Metalloidoxyde, aus der filtrirten Fl. sodann durch Schwefelsäure das Baryumoxyd, dann ferner durch schwefels. Silberoxyd die Muriumsäure, und endlich durch Baryumoxyd die Schwefels. entfernt wurden. — Das auf solche Weise erzeugte oxygenirte Wasser enthielt nun gegen 1 Volumen Wasser nur 25 — 30 Vol. Oxygengas, und wurde daher von dem überschüssigen Wasser mittelst der Schwefelsäure und der Luftpumpe (§. 252 d. Anm. 4) befreyt; was auch so weit gelang, dass endlich die Flüssigkeit gegen 1 Vol. Wasser 475 Vol. Oxygengas enthielt. — Diese Operation hat übrigens so grosse Schwierigkeiten, dass sie vielen Chemikern misslungen ist (*M.* Handb. V. 1536. — *Schw.* Journal XXIV, 257. — *Gilb.* Ann. LXIV, 1).

Auf einfacherem Wege, aber sehr verdünnt und unrein — jedoch zur Demonstration seiner auffallenden Eigenschaften brauchbar — erhielt *Kastner* das oxygenirte Wasser, als er 4 Loth zerriebenen (mit sehr verdünnter Azotsäure, und hierauf mit Wasser gewaschenen) Braunstein mit 6 Loth concentr. Schwefels. (von 60—70° B.) und 24 Loth destillirtem Wasser 6 Stunden lang bey höchstens 60—70° R. digerirte.

Paul und *de Marty* hatten schon gefunden, dass das Wasser bey heftiger Compression Oxygengas absorbire. — Auch ist es bekannt, dass der Schnee Oxygengas absorbirt, und das Schneewasser — vorzüglich auf die Schuhe — bleichend wirket.] (*)

§. 437. Das (möglichst conc.) Hydrogenhyperoxyd erscheint als farbenlose, syrupähnliche Flüssigkeit von 1,453 Dichtheit, welche im luftleeren Raume schwerer verdampft, als das Wasser, bey —30° C. noch nicht gefriert, schwach ekelerregend riecht, herb bitterlich schmeckt, und dabey den Speichel verdickt, die Oberhaut schnell bleichet, und schon bey geringer Menge zerstört, und eben so alle Pflanzenpigmente ausbleichet.

Das $\ddot{\underline{H}}$ ist ungemein zersetzbar, und entlässt daher selbst in sehr niedriger Temperatur nach und nach das Oxygengas, bis endlich nur gemeines Wasser übrig bleibt. — Höchst sonderbar und nicht selten sehr räthselhaft ist aber sein Verhalten zu andern Körpern. — Einige vermehren durch ihre Hinzukunft dessen Haltbarkeit, wie z. B. die

Säuren. — Einige zeigen sich ganz indifferent, wie z. B. Glas, Eisen, Antimon, Zinn, Alumium- und Siliciumoxyd, Chromoxydul, Alaun u. s. w. — Andere bewirken schon in gem. Temperatur, ohne sich mit dem entweichenden Oxygen oder zurückbleibenden Wasser zu verbinden, die Zersetzung; und diese erfolgt oft so rasch, dass Detonation, Entbindung von Licht und El., und eine Erhitzung bis zu 600° C. Statt findet; z. B. sehr verschiedene pulverige Substanzen, als: Gold, Silber, Platin, Mangan, Wismuth, Manganhyperoxyd, Wismuthoxyd, muriums. Calcium- und Baryumoxyd, thierischer Faserstoff u. s. w. — Noch andere zersetzen nicht nur das $\ddot{\underline{H}}$, sondern lassen dabey zugleich ihr eigenes Oxygen fahren, wie z. B. das Silber-, Platin-, Gold-, Mercuroxyd u. s. w. — Noch andere endlich werden dabey oxydirt, und binden entweder das zweyte Atom Oxygen ganz, wie z. B. die schwefligte Säure und das Bariumoxydhydrat, oder sie binden nur einen Theil, während das übrige Oxygen als Gas entweichet, wie z. B. das Selen, Kalium, Sodium u. s. w. — Durch galv. El. wird das oxygenirte Wasser, wie gemeines Wasser, zersetzt. Durch Erhitzung geht das Oxygengas mit Aufbrausen davon; bey 100° C. mit einer Art von Explosion (*M.* Handb. V. 1536).

[Bey diesen Versuchen ist die Vorsicht nöthig, dass man nur einige Tropfen der Fl. in eine an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre giesset, und dann die zu prüfende Substanz hinzufügt. — Das *Kastner'sche* Präparat (§. 436 Anm.) wandelte die schwefligte Säure schnell in Schwefelsäure um, bewirkte die Bleichung des Lackmus, bräunte die grünen Pflanzen, entband mit Manganoxyd viel Oxygengas; es wurde in zugeschmolzenen Glasröhren, mit Eis umgeben, aufbewahrt.

Ueber die Theorie dieser sonderbaren Zersetzungsfälle hat man noch nicht in's Reine kommen können. Wenn man indessen bedenkt, dass in dem Hydrogenhyperoxyd nicht nur das zweyte Atom des Oxygens, sondern eben desshalb auch das Hydrogen als höheres Aräoid enthalten seyn kann (§. 23), und dass solche Verbindungen schon durch die Attraction anderer Körper zerfallen können (§§. 176 und 225 d. Schlussbem.); so

ist sehr wohl einzusehen, woher nebst dem zur Gasification erforderlichen auch noch jenes Aräon komme, welches zur Erzeugung von Licht, Wärme und El. erforderlich ist.] (*)

§. 438. Ob das $\ddot{\underline{H}}$ mit andern Körpern energisch-chemisch verbindbar sey, ist noch zweifelhaft. Anfangs glaubte diess indessen *Thenard* aus dem Grunde; weil das Wasser bey der Anschwängerung mit Oxygengas in dem Verhältnisse mehr Gas aufnahm, als es mehr Säure enthielt, und weil sich das $\ddot{\underline{H}}$ ohne Säurezusatz gar nicht darstellen, und nur wenn es etwas freye Säure enthielt, hoch oxydiren liess. Er betrachtete daher diese Verbindungen zuerst als mit Wasser verdünnte *oxygenirte Säuren*, z. B. *oxygenirte Azotsäure*, *Schwefelsäure* u. s. w. — Diese Mischungen aus $\ddot{\underline{H}}$ und Säuren, wie man sie bey der Operation (§. 436) erhält, bevor die Säure durch Silberoxyd entfernt wird, sind fähig, mit Metallen direct in Salze überzugehen, indem jene auf Kosten des $\ddot{\underline{H}}$ oxydirt werden u. s. w.

[Das $\ddot{\underline{H}}$ ist bisher nur versuchsweise zur Bleichung der durch Schwefelhydrogen entstehenden schwarzen Flecken auf alten Gemählden, und in Verbindung mit Muriumsäure als schnell wirkendes *Reitzmittel* in der Medicin äusserlich angewendet worden. — Es würde jedoch als Bleichmittel im Allgemeinen sehr nützlich seyn, wenn es wohlfeiler zu haben wäre.

Man hat neuerlich auch ein *Hydrogen-Suboxyd* erschlossen, weil 1 Vol. Wasser unter starkem Druck nach *Paul* 3 Vol., nach *de Marty* nach und nach auch mehr Hydrogengas aufnimmt, und nach *Kastner* eine ähnliche Anschwängerung auch Statt findet, wenn das Wasser mehrmahl mit Schwefelhydrogengas gesättiget, und der Schwefel dann durch hineingelegte Metalle gefällt wird. — Diese Verbindung scheint jedoch nur eine des zweyten Grades zu seyn.]

2. *Verbindungen des Hydrogens mit andern Körpern.*

§. 439. Das Hydrogen (- aräoid) erzeugt auch mit vielen andern Stoffen eigenthümliche Verbindungen, *Hydrogenverbindungen* (*Hydrüre, Hydreta*), als: mit Azot, Carbon, Boron, Schwefel, Selen, Kalium, Arsenik, Tellur, Mangan,

Zink, Eisen und Mercur. Diese Verbindungen entstehen meistens durch Zersetzung des Wassers mittelst solcher Aräoide, die sich mit dem Hydrogen verbinden können (§. 133), seltener durch unmittelbare Vereinigung; sie sind in der Regel sehr zersetzbar, und werden bey den genannten Stoffen vorkommen.

[Die jetzt herrschende Schule der Chemie ist — um bey ihrer Theorie über die Muriumsäure (s. d. Art.) auslangen zu können — anzunehmen genöthiget worden: dass auch das Hydrogen, gleich dem Oxygen, durch seine Vereinigung mit andern Stoffen, Säuren erzeugen könne; die man *Hydrogensäuren*, *Wasserstoffsäuren* genannt hat. In diesen Säuren sieht nun eine Partey das Hydrogen als säurendes Princip an; während dasselbe von einer andern Partey aus dem Grunde als Säuresubstrat betrachtet wird, weil es elektropositiver ist, als alle damit, zu sogenannten Hydrogensäuren, verbindbaren Stoffe.]

III. Verbindungen des Hydrogens auf der 3. Stufe der Zusammensetzung.

§. 440. Die auf der 2. Stufe der Zusammensetzung stehenden Verbindungen des Hydrogens erzeugen durch ihre Vereinigung die Verbindungen desselben auf der 3. Stufe der Zusammensetzung. Von diesen Verbindungen kann hier nur eine Reihe, nähmlich die des bereits abgehandelten Wassers, im Allgemeinen berührt werden; während die übrigen späterhin bey ihren näheren Bestandtheilen vorkommen sollen.

Die *Wasserverbindungen*, *Hydrate* (*Hydrata*) wurden zuerst von *Proust* als eigenthümliche Verbindungen bezeichnet, und bestehen immer aus Wasser und irgend einer andern gleich hoch zusammengesetzten Substanz. In diesen Verbindungen tritt das Wasser auch bald wie eine Basis, bald wie eine Säure auf, je nachdem es sich mit Säuren oder Basen vereinigt, daher es auch in einem Falle Hydrogensäure, im andern Hydrogenoxyd genannt werden kann (§. 44). Das Wasser verbindet sich aber auch wie die

Säuren, nach dem Gesetze der Multiplen, mit andern Körpern; so, dass *erste*, *zweyte*, *dritte Hydrate* u. s. w. entstehen können (§. 44). Es ist endlich nicht zu zweifeln, dass die verschiedensten Körper der 2. Stufe der Zusammensetzung Hydrate zu bilden fähig sind, obgleich man in der ersten Zeit nur die der Säuren und Oxyde als solche erkannte.

α) Darstellung der Hydrate: *a*) durch unmittelbare Verbindung; *b*) durch Abscheidung des einen Factors aus seinen Verbindungen, bey Anwesenheit des Wassers; *c*) durch Vereinigung überoxydirter Stoffe mit Hydrogen; *d*) durch Zersetzung überoxydirter Stoffe mit Wasser; *e*) durch Vereinigung der Hydrogen-Verbindungen mit Oxygen; *f*) durch Zersetzung mehrerer wasserhaltiger Verbindungen mittelst oxydirter Körper; *g*) durch Zersetzung des Wassers oder wasserhaltiger Verbindungen durch oxydirbare Grundlagen.

[*a*) Kaliumoxyd und Calciumoxyd werden in Berührung mit Wasser oder feuchter Luft zu Hydraten; *b*) Zersetzt man die wässerige Auflösung des schwefels. Eisenoxydes mit Kaliumoxydhydrat, so wird das Eisenoxyd ausgeschieden, verbindet sich zugleich mit Wasser, und fällt als Hydrat nieder. Azots. Kaliumoxyd durch Schwefelsäurehydrat zersetzt, gibt Azotsäurehydrat; *c*) Kaliumhyperoxyd mit Hydrogengas erhitzt, gibt Kaliumoxydhydrat; *d*) Kaliumhyperoxyd mit Wasser, gibt unter Entbindung von Oxygengas Kaliumoxydhydrat; *e*) Kaliumhydrogen mit Oxygengas oder atm. Luft gibt Kaliumoxydhydrat; *f*) Kaliumoxyd mit wasserhaltigen Verbindungen entzieht denselben Wasser, in Hydrat übergehend; *g*) Kalium mit wasserhaltigen Körpern, oder Wasser, oxydirt sich auf Kosten von einem Theile Wassers, unter Hydrogengasentbindung, und verbindet sich mit einem andern zum Hydrate.]

β) Eigenschaften der Hydrate: Einige sind fest, andere tropfbar, andere gasförmig. Sie besitzen andere Eigenschaften als ihre Zuthaten; was sich vorzüglich in ihrer oft sehr verschiedenen Farbe, und im Verhalten zu den Reagentien auffallend manifestirt. Viele derselben sind im Wasser

sehr auflöslich, z. B. Kalium-, Sodium-, Calciumoxydhydrat, Muriumsäure- und Azotsäurehydrat; viele nicht, z. B. Silicium-, Kupfer- und Eisenoxydhydrat. — Die Hydrate gehen höhere Verbindungen ein.

γ) Zersetzungen der Hydrate: *a*) durch Hitze. Viele Hydrate verlieren schon in mässiger Hitze das Wasser als Dampf, während die Hydratbasis im Rückstande bleibt; z. B. das Eisen- und Kupferoxydhydrat. — Andere ertragen die Glühhitze, und werden endlich unzersetzt verflüchtiget, z. B. das Kalium- und Sodiumoxydhydrat. — Noch andere halten das Wasser so innig gebunden, dass ihre Basen, vom Wasser getrennt, gar nicht bestehen können, sondern beym Abgang des Wassers auch selbst zerfallen, z. B. die Azotsäure, Weinsäure, der Zucker und viele andere organische Substanzen. Concentrirte Azotsäure zerfällt, mit concentrirter Schwefelsäure gemengt, sogleich in Oxygengas und azotigte Säure, weil sie ihr Hydratwasser an die Schwefelsäure verliert; *b*) durch dem Wasser näher verwandte Basen, z. B. Kaliumoxyd entzieht dem Eisenoxydhydrat das Wasser, selbst Hydrat werdend; *c*) durch Aräoide, z. B. Kalium oder Sodium zersetzt das Kupferoxydhdrat, indem Kaliumoxyd oder Sodiumoxyd entstehet, Kupferoxyd übrig bleibt, und Hydrogengas entweichet; u. s. w.

§. 441. Die Hydrate sind bey weitem noch nicht so genau untersucht, als es zu wünschen wäre, weil man sie in der früheren Zeit fast ganz übersah, und mit ihren Basen verwechselte. Dieser Missbrauch hat sich auch so sehr eingewurzelt, dass es heute noch Chemiker gibt, die sich höchlich ereifern, wenn zwischen den Oxyden und Oxydhydraten der gebührende Unterschied gemacht wird: obwohl es klar vor Augen liegt, dass man in mancherley Fehler und Irrsale verfallen kann, wenn diese Vorsicht vernachlässiget wird. (*)

Die Berichtigung der Lehre von den Hydraten hat aber

auch ihre eigenen Schwierigkeiten; einmahl, weil es in manchen Fällen schwer zu unterscheiden ist, wie viel von dem vorfindigen Wasser als Hydratwasser, und wie viel als Krystallwasser in Rechnung zu bringen ist; und einmahl, weil jene Fälle nicht mit Bestimmtheit nachzuweisen sind, in welchen die mit dem Wasser sich verbindende Substanz, mit dem Wasser zugleich im Wege doppelter Wahlverwandtschaft zersetzt, und also nicht ein Hydrat gebildet wird.

In erster Beziehung sprechen zwar mehrere Erfahrungen dafür; dass sich das Wasser zu den Basen wie eine Säure, zu den Säuren aber wie eine Basis verhält (§. 23), und also bey der Bildung der Hydrate 1 At. Säure sich allemahl mit 1 At. Wasser, und 1 At. Basis sich immer mit so viel At. Wasser verbinden werde, als sie selbst passive Atome enthält. Man möchte also glauben, dass jene Menge Wassers, welche mehr, als diesem Gesetze entsprechend, gefunden wird, jedenfalls als Krystallwasser in Rechnung zu bringen sey. Allein mit diesem Gesetze langet man aus dem Grunde nicht aus, weil viele Körper mehr als ein Hydrat zu bilden fähig sind. — Ein sicherer Schluss wird aber ohne Zweifel bey der Erzeugung der Hydrate durch unmittelbare Verbindung, aus der Veränderung der Wärmecapacität (§. 200) zu ziehen seyn; welcher Weg indessen bis jetzt noch kaum betreten wurde. Wir werden daher auch meistens gezwungen, bey Wasser enthaltenden Substanzen, nur die ganze Wassermenge anzuzeigen, und auf die Unterscheidung des Hydratwassers vom Krystallwasser gar nicht einzugehen, wie es leider auch hier in der Folge häufig geschehen muss.

Noch zweifelhafter sieht es in zweyter Beziehung aus; weil sich in vielen Fällen nicht beweisen lässt, ob sich eine Substanz als solche mit dem Wasser verbunden, oder ob eine Zersetzung Statt gefunden hat: daher denn auch bey vielen hierher gehörigen Verbindungen die Chemiker heute noch getheilter Meinung sind.

IV. Verbindungen des Hydrogens auf der 4. Stufe der Zusammensetzung.

§. 442. Diese Verbindungen, *Hydratsalze*, u. s. w. (§. 56 und 57) entstehen, wie leicht einzusehen, durch die Vereinigung zweyer Hydrate, und die Schwierigkeiten in der Bestimmung der Wassermenge, welche darin durch den ersten Grad der chem. Anziehung gebunden ist, müssen also natürlich noch grösser seyn, als bey den Hydraten (§. 441). Ja selbst das Bedürfniss, die diessfälligen Zweifel zu lösen, ist dringender; weil dieselbe wasserhaltige Substanz, je nachdem das darin vorkommende Wasser als Hydrat- oder Krystallwasser angesehen wird, auf verschiedene Stufen der Zusammensetzung gehört. — Gerade dieser wichtige Gegenstand ist aber bisher noch unberichtiget geblieben, ja kaum der Aufmerksamkeit gewürdiget worden; indem man sich begnügt hat, die übrigen Bestandtheile zur normalen Verbindung construirt anzuzeigen, und das vorfindige Wasser wie oben durch ein + Zeichen anzuhängen. Wir werden diess daher leider auch in unserer weitern Beschäftigung mit der Chemie sehr oft thun müssen; doch darf man dabey nie vergessen, dass die betreffenden Verbindungen, falls ihr Wasser, oder doch ein Theil desselben, als Hydratwasser nachgewiesen werden sollte, allemahl auf die nächst höhere Stufe der Zusammensetzung gehören (*M.* At. II. S. 278).

V. Verbindungen des Hydrogens auf noch höheren Stufen der Zusammensetzung.

§. 443. Da die höheren Stufen der Zusammensetzung, in welche ein Stoff eingeht, immer aus der Vereinigung zweyer von der zunächst niedrigern Stufe der Zusammensetzung hervorgehen; so ist es klar, dass dieselben Zweifel, welche vorhin (§§. 442 und 441) zur Sprache gebracht wurden, sich auch auf die höheren Verbindungen des Hydrogens erstrecken müssen.

Viertes Kapitel.

Azot.

§. 444. Das *Azot* (*der Stickstoff*, *Salpeterstoff*, *Azotum*, *Nitrogenium*) = A = 77,036 findet sich als Bestandtheil in vorwaltender Quantität in der atm. Luft vor, und ausserdem in geringer Menge in einigen mineralischen Substanzen, in etwas grösserer in einigen Pflanzen, und in noch grösserer in thierischen Körpern. — Isolirt kennt man diesen Stoff noch nicht.

I. Verbindungen des Azots auf der 1. Stufe der Zusammensetzung.

§. 445. Auf der ersten Stufe der Zusammensetzung verbindet sich das Azot ohne Zweifel, wie das Hydrogen, in mehreren Verhältnissen mit dem Aräon; denn wir finden dasselbe eben sowohl in festen, als in flüssigen und gasförmigen Körpern vor. Keines dieser *Azotaräoide* konnte aber bis jetzt isolirt dargestellt werden; wesshalb denn auch von den Eigenschaften derselben nichts angeführt werden, und ihre Bezeichnung vor der Hand immer nur mit $\underline{A}$ = 77,036 geschehen kann. Aus diesen Umständen lässt sich folgern, dass dieser Stoff in hohem Maasse mit chem. Anziehung begabt seyn müsse. — Die Azotaräoide erzeugen eine sehr grosse Anzahl höherer Verbindungen, unter welchen viele gasförmig erscheinen, und, selbst wenn sie in höheren Zusammensetzungen feste Körper bilden, immer noch eine grosse Tendenz zur Gasform zeigen, ja sogar nicht selten zur Explosion sehr geneigt sind. Aus diesen Umständen folgt insbesondere wieder: dass dieser Stoff, vermöge seiner grossen Verwandtschaft zum Aräon, meistens als höheres Aräoid in seine Verbindungen aufgenommen werde (§. 176), und eben in diesem Verhalten eine seiner auszeichnendsten Eigenschaften begründet sey.

II. Verbindungen des Azots auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verb. des Azots mit Oxygen auf der 2. Stufe der Zus.*

§. 446. Das $\underline{A}$ verbindet sich in 6 Verhältnissen, nähmlich mit 1, 2, 3, 4, 5 und 6 Atomen $\underline{O}$, und diese Verbindungen heissen in steigender Ordnung, *Azotsuboxydul*, *Azotoxydul*, *Azotoxyd*, *unterazotigte Säure*, *azotigte Säure* und *Azotsäure*.

a) Azotsuboxydul.

§. 447. Das *Azotsuboxydul*, *Azotsuboxydulgas* (*Azotgas*, *Stickgas*, *Stickstoffgas*, *Salpeterstoffgas*, *Stickluft*, *phlogistisirte Luft*, *Gas azoticum*, *G. nitrogenium*) = $\dot{\underline{A}}$ = 177,036 = (43,514 $\underline{A}$ + 56,486 $\underline{O}$), wurde von *Rutherford* 1772 entdeckt. Es findet sich mit 38,988 pCt. als Bestandtheil in der atm. Luft, in geringerer Menge auch in einigen Mineralquellen, und in den Schwimmblasen einiger Fische vor, und entstehet sehr oft bey der Zersetzung azothaltiger organischer Substanzen.

[Ann. de chim. XVIII, 113; XXIII, 269, 273.
In neuerer Zeit wurde das Azotgas von den Chemikern meistens als einfacher Stoff angesehen, und mit N. (Nitrogenium) bezeichnet. — Es müssten dann, wie leicht einzusehen, auch alle Oxyde des Azots um ein Atom weniger $\bar{O}$ enthalten, und auch nur 5 Oxydationsstufen des N. angenommen werden.

§. 448. Das $\dot{\underline{A}}$ wird durch Zersetzung der atm. Luft (= $\dot{\underline{A}}$ + $\ddot{\underline{A}}$) des unterazotigtsauren Ammoniakhydrats (= $\overset{::}{\underline{A}}$ + $\underline{A}\underline{H}^2$ + $\dot{\underline{H}}$) und anderer azothältiger fester unorganischer und organischer Substanzen dargestellt.

[Aus der atm. Luft: *a*) wenn man dieselbe mit Bleyamalgam, oder mit einer concentrirten wässerigen Auflösung der Schwefelleber anhaltend schüttelt; wobey diese Substanzen Oxygen absorbirend, das $\ddot{\underline{A}}$ der Luft in $\dot{\underline{A}}$ desoxydiren; und hierauf die etwa in der Luft enthalten gewesene Carbonsäure durch Schütteln mit Kaliumoxydhydrat entfernt werden kann; *b*) durch Verbrennung des Phosphors, der Kohle, des Alkohols in atm.

Luft, welche in einer gläsernen Glocke pneumatisch abgesperrt ist; wobey die rückständige Luft, im ersten Falle mit etwas Phosphor, in den beyden andern mit etwas unzersetzter atm. Luft und viel Carbonsäure verunreiniget ist: welche letztere durch Kaliumoxydhydrat entfernt wird. Aus dem Muskelfleisch: *c*) durch Digestion mit 0,25 Azotsäure bey 30° C., wobey in Folge tumultuarischer Zersetzung mit Azotoxydgas verunreinigtes A̱ entweichet, und also durch Schütteln mit einer wässerigen Aufl. des schwefels. Eisenoxyduls davon zu befreyen ist. Aus unterazotigtsaurem Ammoniak: *d*) durch Erhitzung seiner wäss. Aufl. bis zum Sieden, wobey dasselbe (*Berz.*) gänzlich in Wasser und in reines A̱ zerfällt. Auch wird es bey der Zersetzung des Ammoniaks durch muriums. 6fach oxydirte Muriumsäure, und bey vielen andern Zersetzungen ausgeschieden.

§. 449. Das A̱ erscheint als farbloses, geschmack- und geruchloses Gas von 0,976 Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) (*Berz.* und *Dulong*). Es ist sehr elastisch, aber zur tropfbaren Form bis jetzt nicht verdichtbar; seine Strahlenbrechung (d. d. atm. Luft = 1) = 1,03408 (*Biot*); seine eigenthümliche Wärme (d. d. Luft = 1) = 1,0247. — Es wirket nicht auf die Pigmente, und taugt nicht zum Athemholen; ist jedoch dabey nicht schädlich, und tödtet darin eingetauchte Thiere nur aus Mangel an Oxygen. Im Wasser und Alkohol ist dieses Gas so wenig auflöslich, dass beyde nur 0,042 ihres Vol. absorbiren. Auch zu energisch-chemischen Verbindungen zeiget dasselbe nur wenig Neigung; doch kennet man einige, wie z. B. mit Ä̱, mit C̣ u. s. w.

Das A̱ hat bisher nur auf indirectem Wege zersetzt werden können, weil es durch sehr starke Verwandtschaft bestehet. Eben darum kann es auch das Verbrennen anderer Körper nicht unterhalten, und ist auch selbst in gemeiner Temperatur nicht brennbar; so dass es mit Oxygengas vermischt, und mit elektr. Funken behandelt, nur dort, wo es unmittelbar von diesen letztern getroffen wird, zu höheren Azotoxyden verbrennt. — Dieses Verhalten beruht ohne Zweifel in dem Umstande, dass das A̱ mit Beybehaltung seines ganzen Aräongehaltes in die höhern Oxyde

übergehet, und also die zur Fortdauer der Verbrennung erforderliche Menge Aräons (§. 271) nicht abgeben kann.

[Wird das $\underline{\ddot{A}}$ mit Oxygengas und Hydrogengas gemischt, elektr. Funken ausgesetzt, so erfolgt eine vollständigere Verbrennung zu Azotsäure, Wasser und Ammoniak; weil das Hydrogengas viel Aräon abgeben kann (§. 413).

Das $\underline{\ddot{A}}$ ist zuweilen, wegen seiner Unfähigkeit Oxygen abzugeben, benutzt worden, um darin sehr oxydirbare Körper aufzubewahren.]

b) Azotoxydul.

§. 450. Das *Azotoxydul*, *Azotoxydulgas* (*Stickstoffoxydulgas*, *oxydulirtes Salpeterstoffgas*, *Lustgas*, *dephlogistisirtes Salpetergas*, *oxydirtes Stickgas*, *Gas azoticum oxydulatum*) = $\underline{\ddot{A}}$ = 277,036 = (27,807 $\underline{A}$ + 72,193 $\underline{O}$), kommt im freyen Zustande in der Natur nicht vor, machet aber einen wesentlichen Bestandtheil der amt. Luft aus, und wurde von *Pristley* 1776 entdeckt.

§. 451. Durch unmittelbare Verbindung konnte das $\underline{\ddot{A}}$ bisher nicht gebildet werden, es wird daher immer durch partielle Desoxydation der höheren Azotoxyde dargestellt.

[*a*) Wenn man Azotoxydgas mit Phosphorhydrogengas vermengt, oder über glühendes Eisen leitet, oder mit befeuchteten Eisenspänen, oder mit einer Mischung von Eisenspänen, Schwefel und Wasser, oder mit der Aufl. der schwefligtsauren Salze, oder des muriumsauren Zinnoxyduls, oder der Schwefelleber in Berührung lässt; so wird das Azotoxydgas, indem es Oxygen abgibt, in Azotoxydulgas umgewandelt. Auch entstehet es zum Theil beym Auflösen des Zinks in Azotsäure. Am reinsten gewinnt man es, *b*) wenn reines azotsaures Ammoniak, welches aus $\underline{H}$, $\underline{A}$ und $\underline{O}$ zusammengesetzt ist, in einer gläsernen Retorte langsam erhitzt, und das entweichende Gas über gesättigter Kochsalzauflösung aufgefangen wird. Das Salz wird hierbey rein in Wasser und Azotoxydulgas zersetzt, indem sich das $\underline{O}$, theils mit dem $\underline{H}$, theils mit dem $\underline{A}$ verbindet. Hat man jedoch zu grosse Hitze angewendet, so findet auch eine Verunreinigung mit Azotoxydgas und Ammoniak Statt; und war das Salz mit Muriumsäure verunreinigt, wohl auch mit muriums. 6fach oxydirter Muriumsäure.]

§. 452. Das Ȧ erscheint als farbloses, geruchloses, schwach süsslich schmeckendes Gas, von 1,527 Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1). Es bricht das Licht (d. atm. L. = 1) = 1,710 (*Dulong*), seine relative Wärme ist = 1,3503. Es lässt sich nach *Faraday* durch einen Druck von 50 Atm. zur wasserhellen tropfbaren Fl. verdichten; die bey — 23° C. noch flüssig bleibt. — Wird dieses Gas eine kurze Zeit hindurch eingeathmet, so erzeugt es nach *Berz.* einen angenehmen Rausch, welcher bald ohne nachtheilige Folgen wieder verschwindet (daher der Nahme Lustgas); bey länger fortgesetztem Einathmen erfolgt aber Bewusstlosigkeit und endlich Schlagfluss.

[Bey diesem Versuche muss das Gas durchaus rein seyn, und sogar keine atm. Luft enthalten, und selbst aus der Lunge die atm. Luft vorher ausgestossen werden. — Oft haben sich dabey aber auch sehr böse Folgen, als: Doppelsehen, heftige Ohnmachten, lang dauernder Kopfschmerz und Raserey eingefunden; was man der Verunreinigung des Gases mit muriumsaurer 6fach oxydirter Muriumsäure zuschreibt; wie sie Statt findet, wenn das azots. Ammoniak, aus welchem das Gas erzeugt wurde, aus muriumsäurehaltiger Azotsäure bereitet worden war.]

Dieses Gas ist nicht brennbar, unterhält aber das Brennen anderer Körper. Auf organische Pigmente wirket es nicht. Es wird vom Wasser (1 Vol. W. $^3/_4$ Vol. Gas), Alkohol (1 Vol. A. 1 $^1/_2$ Vol. Gas), Aether, von den Oehlen und der Kohle absorbirt. — Auch ist es höherer Verbindungen fähig.

§. 453. Das Ä wird zersetzt: *a*) durch Elektrisirung oder Leitung durch glühende Porzellanröhren; wobey es in Azotsuboxydulgas, Oxygengas und wenig azotigte Säure zerfällt; *b*) durch viele oxydirbare Stoffe, die es auf Ȧ desoxydiren.

[Ein glimmender Span brennt in diesem Gas wie im Oxygengas. Andere Körper, z. B. eine Stahlfeder, thun diess nur bey höherer Temperatur. — Mit Hydrogengas gemischt, ver-

puffet dasselbe, durch elektr. Funken oder Erhitzung, zu Wasser und Azotsuboxydulgas; eben so mit andern brennbaren Gasarten. — Mit 1/3 Phosphorhydrogengas im Maximum gemengt, detonirt es erst, wenn das Gefäss an der Luft geöffnet wird; weil diese die Entzündung bey der Berührung einleitet, und dieser schöne Versuch ist gefahrlos, wenn man mit 2—3 Kubik Zollen operirt. — Von der sogenannten rauchenden Salpetersäure wird es nach und nach absorbirt, weil es Oxygen an das darin enthaltene Azotoxydgas abgibt, und azotigte Säure erzeugt. (*Schweig.* Journ. VII, 260).

Schwefligtsaure Salze, Zinnoxydul- und Eisenoxydulsalze, Azotoxydgas und dgl. zersetzen dieses Gas nicht, ausser wenn es durch die Beymengung von Azotsuboxydulgas weiter ausgedehnt wird (s. §. 468 β.)]

c) Azotoxyd.

§. 454. Das *Azotoxyd*, *Azotoxydgas* (*Stickoxydgas*, *oxydirtes Salpeterstoffgas*, *Stickstoffoxydgas*, *Salpetergas*, *Gas nitrosum*, *Gas azoticum oxydatum*) = $\dot{\dot{\underline{A}}}$ = 377,036 = (20,431 $\underline{A}$ + 79,569 O), wurde zuerst von *Hales* bemerkt, von *Pristley* aber 1772 genauer untersucht.

§. 455. Das $\dot{\dot{\underline{A}}}$ kommt in der Natur nicht vor, es entstehet jedoch sehr oft, wenn Azotsäure oder azotigte Säure mit oxydirbaren Stoffen, vorzüglich mit Metallen, behandelt, und, indem sich diese oxydiren, und oft mit einem Theil der unzersetzten Säure zu höheren Verbindungen zusammentreten, desoxydirt wird. — Auch entstehet dasselbe, wenn man Ammoniakgas über glühendes Manganhyperoxyd oder bas. schwefels. Eisenoxyd leitet; wobey das Ammoniak diesen Substanzen Oxygen entziehet und in Azotoxyd und Wasser zerfällt.

[Es ist sehr schwierig, reines Azotoxydgas darzustellen, weil einmahl die Azotsäure bey zu starkem Erhitzen sehr leicht, zum Theil auch bis zu Azotsuboxydul desoxydirt, und das entstehende Gas oft auch mit den gasförmigen Oxyden der verwendeten Substanzen verunreiniget wird, z. B. mit Carbonsäure, wenn die Substanzen carbonhältig waren. Am reinsten erhält man es noch, wenn Kupferspäne in einem fast vollgefüllten

Gefässe mit wäss. Azotsäure (von 1,2 bis 1,3 Dichtheit) übergossen und gelinde erwärmt werden, und das sich entbindende Gas (zur Entfernung der atm. Luft) über ausgekochtem Wasser mit der Vorsicht aufgefangen wird, dass man die ersten durch die in dem Apparate vorfindige atm. Luft gefärbten Theile entweichen lässt.

§. 456. Das $\ddot{\underline{A}}$ erscheint als farbloses Gas von 1,0392 Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1). Es bricht das Licht (die atm. Luft = 1) = 1,030 (*Dulong*), reagirt nicht sauer auf die Pflanzenpigmente, färbt aber thierische Theile gelb, wirket beym Einathmen tödtlich, ist unfähig selbst zu brennen, und bringet brennende Körper im Allgemeinen sogleich zum Erlöschen; vermag jedoch das Brennen einiger Substanzen zu unterhalten (s. §. 457). — Die merkwürdigste Eigenschaft dieser Gasart zeiget sich bey ihrer Vermischung mit Oxygengas oder atm. Luft; wobey sie augenblicklich orangerothe Dämpfe erzeugt, weil das $\dddot{\underline{A}}$ Oxygen aufnimmt, und in gasförmige azotigte Säure übergehet, und also als *Reagens auf* $\underline{O}$ gebraucht werden kann. — Das Wasser absorbirt von diesem Gase nach *Dalton* $^1/_{27}$, nach *Henry* $^1/_{20}$ seines Volumens; auch thun diess mehrere Oehle, die Kohle u. s. w. Es bildet auch höhere Verbindungen (§. 469).

§. 457. Das $\ddot{\underline{\underline{A}}}$ wird zersetzt: *a*) durch Elektrisirung über Wasser, wobey dasselbe in Azotsuboxydul und an das Wasser übergehende Azotsäure zerfällt; *b*) durch oxydirbare Substanzen, die ihm $\underline{O}$ entziehen, und es bald zu $\ddot{\underline{A}}$, bald zu $\dot{\underline{A}}$ desoxydiren.

[Mit Schwefelhydrogen- und Phosphorhydrogengas gemengt, wird das Azotoxydgas, unter Absatz von Schwefel oder Phosphor und Wasserbildung, in Azotoxydulgas umgewandelt; dieselbe Veränderung erleidet es durch schwefligts. Salze und Oxydulsalze (§. 451). — Mit Hydrogengas gemengt, und frisch geglühtem Platinschwamm ausgesetzt, wird es zu Ammoniak und Wasser verdichtet; auch verbrennt dieses Gasgemenge, wenn es entzündet wird, mit grüner Flamme, oder detonirt bey wohlgetroffenem Verhältnisse heftig. — Entzündeter Phos-

phor brennt in diesem Gas, Phosphorsäure und Azotsuboxydul erzeugend, fast so lebhaft, wie im Oxygengas. Brennender Schwefel erlischt darin, und der Phosphor entzündet sich in demselben schnell. Conc. Azotsäure von 1,4 Dichtheit absorbirt, nach *Pristley*, 0,90 ihres Gewichtes Azotoxydgas, und bildet, indem azotigte Säure entstehet, eine zuerst grüne, dann rothe Flüssigkeit. — Von den Aufl. des schwefels. und muriums. Eisenoxyduls wird es in Menge absorbirt, mit brauner, fast schwarzer Färbung; weil wahrscheinlich eine Verbindung von Azotoxydul und Eisenoxyd entstehet.

d) Unterazotigte Säure.

§. 458. Die *unterazotigte Säure* (*untersalpetrige Säure*, in neuerer Zeit von mehreren Chemikern auch *salpetrigte Säure*, *Acidum nitrosum* genannt, *acide hyponitreux* der Franzosen) = $\overset{::}{\underline{A}}$ = 477,036 = (16,149 $\underline{A}$ + 83,851 $\underline{O}$), wurde zuerst durch *Gay-Lussac* und *Dulong* von der späterhin anzuführenden azotigten Säure, mit welcher sie bis dahin verwechselt worden war, unterschieden.

§. 459. Die $\overset{::}{\underline{A}}$ ist ganz rein noch nicht dargestellt. Mit $\overset{\therefore}{\underline{A}}$ vermischt, entsteht sie nach *Dulong*, wenn man 1 Vol. Oxygengas mit etwas mehr als 4 Vol. Azotoxydgas vermischt, im trocknen Zustande bis zu — 20° C. in gebogenen Glasröhren erkältet. Es verdichtet sich dabey eine dunkelgrüne Flüssigkeit, die flüchtiger ist, als die azotigte Säure. Wird dieselbe gelinde erwärmt, so gehet die $\overset{::}{\underline{A}}$ in Gasform über, während azotigte Säure mit gelber Farbe im Rückstande bleibt; woraus man geschlossen hat, dass die tropfbare $\overset{::}{\underline{A}}$ blau seyn müsse.

[Diese Säure entstehet auch, wenn ein Gemenge von 1 Vol. Oxygengas und 4 Vol. Azotoxydgas mit Kaliumoxydlauge oder andern Basen längere Zeit in Berührung ist; oder wenn man azots. Bleyoxyd mit Bley kochet u. s. w., ist aber sodann an die Basen gebunden. — Sie wird auch allemahl gebildet, wenn Azotoxydgas mit conc. Azotsäure zusammen kommt.]

§. 460. Die gasförmige $\overset{::}{\underline{A}}$ stellt ein dunkelröthlich

gelbes Gas dar, welches, an der Luft verdünstend, schnell roth wird, und sich hierauf nur durch sehr grosse Kälte wieder verdichten lässt. Sie ist zum Athemholen untauglich, färbt thierische Theile gelb, und ist zur Bildung höherer Verbindungen geneigt (§. 470).

Diese Säure ist sehr zersetzbar. Schon durch Vermischung mit Wasser zerfällt sie unter Aufbrausen in eine Mischung von $\overset{\therefore}{\underline{A}}$, $\overset{:::}{\underline{A}}$ und Wasser, während Azotoxydgas entweichet. Dieselbe Zersetzung erfolgt auch beym Versuche, diese Säure unmittelbar mit Basen zu verbinden. Sie ist überhaupt zersetzbarer, als die $\overset{:::}{\underline{A}}$, und vermehrt eben darum die oxydirende Wirkung, wenn sie letzterer beygemischt ist.

[*Gilb.* Ann. LVIII. 29, 53.]

e) Azotigte Säure.

§. 461. Die *azotigte Säure* (*salpetrigte Säure*, *unvollkommene Salpetersäure*, *Acidum nitrosum* (älteres), *acide nitreux* der Franzosen) = $\overset{\therefore}{\underline{A}}$ = 577,036 = (13,350 $\underline{A}$ + 86,650 $\underline{O}$), wurde von *Scheele* 1774 zuerst bemerkt, späterhin hauptsächlich von *Dulong* und *Mitscherlich* weiter untersucht.

[Diese Säure wird jetzt von mehreren Chemikern nicht als eine eigenthümliche Oxydationsstufe des Azots, sondern als eine Doppelsäure aus unterazotigter und Azotsäure = $\overset{::}{\underline{A}}$ + $\overset{:::}{\underline{A}}$ angesehen, und *salpetrigtsaure Salpetersäure* genannt. Als Motiv für diese Ansicht spricht vorzüglich die Erfahrung, dass die azotigte Säure bisher als solche mit den Basen nicht zu Salzen verbunden werden konnte, sondern vielmehr bey jedem diessfälligen Versuche in $\overset{:::}{\underline{A}}$, $\overset{::}{\underline{A}}$ und $\overset{\cdots}{\underline{A}}$ zerfällt. — Dagegen spricht aber auf der andern Seite der Umstand, dass in der Oxydationsreihe des Azots ein Glied fehlt, sobald man die azotigte Säure als Doppelsäure behandelt. — Es ist übrigens über diesen Gegenstand schwer zu entscheiden, da sich die $\overset{\therefore}{\underline{A}}$, wenn man will, ohne Störung der Bestandtheilverhältnisse auch als eine Verbindung aus 2 $\overset{:::}{\underline{A}}$ mit $\overset{\cdots}{\underline{A}}$ betrachten lässt.]

§. 462. Die $\overset{\therefore}{\underline{A}}$ wird dargestellt: *a*) wenn man, nach *Dulong*, 2 Vol. Azotoxydgas mit etwas mehr als 1 Vol. Oxygengas, unter Vermeidung aller Feuchtigkeit vermengt, und in einer stark erkälteten Glasröhre verdichtet. Die Flüssigkeit erscheint grünlichgelb, durch Beymischung von etwas $\overset{::}{\underline{A}}$, die sich aber schon beym Ausgiessen in ein anderes Gefäss verflüchtiget, und die $\overset{\therefore}{\underline{A}}$ mit gelber Farbe zurücklässt; *b*) wenn die conc. azotigts. Azotsäure (§. 472, 2) sehr langsam aus dem Wasserbade so lange, in eine bis unter — 10° C. erkältete Vorlage, überdestillirt wird, bis der Rückstand beynahe ungefärbt erscheint. Man findet sodann in der Vorlage zwey Flüssigkeiten übereinander; deren obere aus $\overset{\therefore}{\underline{A}}$ mit nur wenig $\overset{:::}{\underline{A}}$ verunreinigt, die untere hingegen aus wenig $\overset{\therefore}{\underline{A}}$ und viel $\overset{:::}{\underline{A}}$ bestehet, so zwar, dass erstere schon mechanisch abgesondert werden kann (*Mitscherlich*).

[Diese Säure entstehet auch allemahl, wenn die Azotsäure unter Umständen frey wird, wo das zu ihrem Bestande nothwendige Hydratwasser mangelt; diess geschieht z. B. wenn man trockenes azots. Bleyoxyd in einer Retorte bis zum Rothglühen erhitzt; wobey die frey werdende Azotsäure in Oxygengas und $\overset{\therefore}{\underline{A}}$ zerfällt, welche letztere in, auf — 20° C., erkalteten Vorlagen verdichtet werden kann. — So entstehet dieselbe auch bey der Darstellung der azotigts. Azotsäure (§. 472, 2).]

§. 463. Die $\overset{\therefore}{\underline{A}}$ erscheint, nach *Dulong*, in gemeiner Temperatur des Sommers, als eine gelbrothe tropfbare Fl. von 1,451 Dichtheit. Beym allmähligen Erkalten variirt aber ihre Farbe so, dass sie bey + 15° C. orangegelb, bey 0° gelb, bey — 10° blassgelb, und bey — 20° ungefärbt ist, und endlich bey — 40° zu einer weissen Masse erstarrt. Sie siedet schon bey + 28° C., indem sie als dunkel orangegelber Dampf entweichet. Sie besitzt einen scharfen, süsslichen, die Organe schnell abstumpfenden Geruch, und sehr ätzendsauren Geschmack, ist zum Athmen untauglich und höchst schädlich, röthet das Lackmus, und färbt thierische Theile gelb. — Höhere Verbindungen dieser Säure kennet

man noch nicht (§. 461), ausgenommen eine mit Azotsäurehydrat (§. 472, 2).

[Die Veränderung der Farbe bey verschiedener Temperatur deutet vielleicht auf Zersetzung hin (§. 464).]

§. 464. Die $\dddot{\underline{A}}$ wird zersetzt: *a*) durch oxydirbare Stoffe, die sie, Oxygen bindend, in niedrigere Oxyde des Azots umwandeln; *b*) durch Wasser, oder Hydrogen enthaltende Substanzen (in so fern diese Wasser erzeugen), und durch Alkalien; welche vermöge ihrer Verwandtschaft zur Azotsäure, die $\dddot{\underline{A}}$ in Azots. und niedrigere Azotoxyde zerfallen machen, und sich zugleich mit der Azotsäure verbinden.

[*a*) Kalium entzündet sich in der gasförmigen azotigten Säure, mit rother Flamme brennend. — Sodium oxydirt sich ohne Feuererscheinung. — Kupfer und andere Metalle oxydiren sich nur langsam, schneller im glühenden Zustande, indem die Säure auf Azotsuboxydul desoxydirt wird. — Glimmende Kohle brennt darin mit trübem rothem Lichte.

b) Wird die azotigte Säure nach und nach mit Wasser vermischt, so färbt sich dieselbe zuerst gelb, dann grün, dann blau, und wird endlich farblos; indem zugleich anfangs mehr, und in dem Verhältnisse, als mehr Wasser hinzukommt, immer weniger Azotoxydgas entbunden wird, und mit der Luft rothe Dämpfe erzeugt. Diese Erscheinung gründet sich darauf, dass zuerst ein Theil der azotigten Säure dem andern Oxygen entziehet, und als Azots. mit dem Wasser zum Hydrate verbunden wird; während der andere auf unterazotigte Säure desoxydirt, sich mit dem Wasser weiter zersetzend (§. 460) in viel Azotoxyd und wenig azotigte und Azotsäure übergehet: in welcher Mischung sodann durch das neu hinzukommende Wasser immer wieder die azotigte Säure weiter zersetzt wird, bis sie endlich ganz in Azotsäurehydrat und entweichendes Azotoxydgas umgewandelt worden ist. Der Wechsel der Farben insbesondere hängt von dem Umstande ab: dass anfangs in der Flüssigkeit die gelbe Farbe der azotigten Säure durch etwas absorbirtes Azotoxydgas gelbroth erschien, aber weil dieses Gas durch das erste Wasser ausgetrieben wurde, ins Gelbe überging; dass späterhin aus der gelben Farbe der azotigten Säure und der blauen der entstehenden unterazotigten Säure Grün entstand,

und noch späterhin, als neben der farblosen Azotsäure nur noch etwas unterazotigte Säure vorhanden war, nur die blaue Farbe der letzteren sichtbar blieb, — Wird die azotigte Säure mit wäss. Schwefelhydrogen zusammengebracht, so fällt Schwefel nieder, indem Wasser entstehet. — (✱)

Leitet man die gasförmige Säure auf reines Baryumoxyd, so entstehet (nach D u l o n g), indem sie ganz absorbirt wird, azotsaures und unterazotigts. Baryumoxyd. — Wird sie in conc. Kaliumoxydauflösung getrieben, so entstehet azotsaures und unterazotigts. Kaliumoxyd, indem Azotoxydgas entweichet (*S c h w.* J. LXIII, 109).]

f) Azotsäure.

§. 465. Die *Azotsäure* (*Salpetersäure, vollkommene Salpetersäure, A c i d u m n i t r i c u m*) = $\overset{:::}{\underline{A}}$ = 677,036 = (11,378 $\underline{A}$ + 88,622 $\underline{O}$), ist im isolirten Zustande nicht darstellbar; indem sie nur in Verbindung mit andern Körpern bestehen kann, und bey ihrer Abscheidung sogleich in azotigte Säure und Azotoxydgas zerfällt. Sie kommt daher im freyen Zustande in der Natur nicht vor, wohl aber an Basen, z. B. an Kalium-, Sodium-, Calcium- und Magniumoxyd gebunden, in Gestalt der azotsauren Salze. — Was wir über die Eigenschaften dieser Säure wissen, gilt also eigentlich nur von ihrem Hydrate (§. 472), und ihre Zusammensetzung insbesondere hat man durch die Zersetzung ihrer Verbindungen erschlossen.

2. *Verbindungen des Azots mit Hydrogen.*

§. 466. Es scheint, dass sich das Azot mit dem Hydrogen in 3 Verhältnissen vereiniget, und folgende Verbindungen erzeugt: *a*) *Azotsubhydroidul* = $\underline{A}\underline{H}$ = 89,5156 = (86,059 $\underline{A}$ + 13,941 $\underline{H}$); *b*) *Azothydroidul* = $\underline{A}\underline{H}^2$ = 101,9952 = (75,529 $\underline{A}$ + 24,471 $\underline{H}$); *c*) *Azothydroid* = $\underline{A}\underline{H}^3$ = 114,4748 = (67,295 $\underline{A}$ + 37,705 $\underline{H}$). Keine dieser Verbindungen ist jedoch isolirt darstellbar. — Die mittlere kommt im sogenannten Ammoniak vor, die beyden andern wahrscheinlich nur in organischen Substanzen.

III. Verbindungen des Azots auf der 3. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Azotsuboxyduls.*

§. 467. Man kann aus den vorliegenden Umständen nur auf zwey Verbindungen des $\underline{\dot{A}}$ schliessen, nähmlich mit $\underline{\ddot{A}}$ und mit $\underline{\dot{C}}$. Beyde werden bey diesen Körpern vorkommen.

2. *Verbindungen des Azotoxyduls.*

§. 468. Das $\underline{\ddot{A}}$ scheint sich mit mehreren Körpern im ersten Grade der chemischen Anziehung zu verbinden, als man bisher geglaubt hat, und tritt dabey, nach allen Umständen zu schliessen, als passiver Factor auf.

1) Das *Azotoxydul-Suboxydul*, die *atmosphärische Luft*, $= \underline{\dot{A}}\underline{\ddot{A}} = 454{,}072 = (61{,}012\ \underline{\ddot{A}} + 38{,}988\ \underline{\dot{A}})$ ist jenes ungeheure Gasvolumen, welches, den Erdball bis zu einer gewissen Höhe umschliessend, die *Erdatmosphäre* bildet. Diese Verbindung wurde in der ältern Zeit für ein Element gehalten, bis endlich *Lavoisier* ihre Zusammensetzung aus $\underline{A}$ und $\underline{O}$ erwies.

[Die meisten Chemiker halten die atm. Luft nur für ein Gemenge aus 77,977 Stickgas und 22,023 Oxygengas, und stützen diese Ansicht, unter andern Gründen, hauptsächlich darauf: *a*) dass ein Gemenge von Stickgas ($= \underline{\dot{A}}$) und Oxygengas genau dieselben Eigenschaften besitze, wie die atm. Luft; *b*) dass bey der Darstellung dieses Gemenges weder eine Temperatur, noch eine Volumsveränderung eintrete, was doch bey chemischen Verbindungen der Fall sey; c) dass, wenn die atm. Luft wirklich ein Oxyd sey, bey dem Umstande, dass sie mit Azotoxydgas azotigte Säure erzeugt, diess das einzige Beyspiel wäre, wo ein höheres Oxyd ohne Mitwirkung eines andern Körpers ein niedrigeres Oxyd desselben Radicals zersetze, um selbst noch höher oxydirt zu werden.

Diese Argumente bewiesen jedoch keineswegs, was sie sollen: denn *ad a*) hat man ja durch Vermengung von sogenanntem Stickgas und Oxygengas atm. Luft erzeugt, die also ohne Zweifel auch alle Eigenschaften der bereits fertigen atm. Luft besitzen muss; gerade so, wie man durch Vermischung von dem soge-

nannten Chlorgas und Hydrogengas eine Gasart erhält, die die Eigenschaften des sogenannten Salzsäuregases besitzt, weil sie Salzsäuregas ist; *ad b*) dass hier keine, oder doch nicht eine merkliche Volumsverminderung eintritt, beweiset nichts, und erfolgt aus dem Grunde, weil der eine Bestandtheil, das sogenannte Stickgas, bereits ein Oxyd ist, welches schon bey seiner Entstehung eine grosse Verdichtung erlitten hat. Die Entstehung chem. Verbindungen ohne merkliche Volumsverminderung findet sich übrigens auch in der Bildung des sog. Salpetergases, der Salzsäure, Hydrojodsäure, Blausäure, Chlorcyansäure, ohne dass ihre chem. Constitution bezweifelt wird (§. 200); *ad c*) Mercuroxydul zerfällt schon in geringer Hitze in Oxyd und Metall, weil das Mercur mehr zur Bildung des Oxydes tendirt; so wie das Azot zur Bildung der azotigten Säure, die daher bey Gelegenheit durch Desox., sowohl der niedrigern, als der höhern Oxyde, z. B. der Azotsäure, erzeugt wird (§. 457).

Schlagend spricht übrigens dafür, dass die atm. Luft eine chem. Verbindung sey, der Umstand, dass sie sich — trotz der immerwährenden Zersetzung derselben durch chem. und org. Processe — in allen Zonen, Tiefen, Höhen und Jahreszeiten von gleicher Zusammensetzung findet. Mindestens wird man sie also für eine Verbindung des zweyten Grades, erkennen müssen.] (*)

a) Eigenschaften der atm. Luft: **Die atm. Luft erscheint als farbloses (in grössern Massen blaues), geschmack- und geruchloses Gas. Ihre Dichtheit wird oft = 1,000 angenommen, und ist (d. d. Wassers = 1) bey 15,5° C. und 28 engl. Z. Barometerhöhe, = 0,001208, oder nach neuen Unters. 770mahl geringer, als die des Wassers. Ihre Lichtbrechung und ihre spec. Wärme wird oft = 1,000 angenommen; letztere ist (d. d. Wassers = 1) = 0,2669. — Durch die Wärme wird sie von 0° bis + 100° C. um etwas mehr als $^1/_3$ ihres Vol. ausgedehnt; so zwar, dass 100 Vol. von 0° Temperatur, 133,5 Vol. von 100° C. bilden, und also die Ausdehnung für 1° C. 0,00375 des Vol. beträgt. — Sie ist sehr elastisch und compressibel (nach *Perkins* bey einem Drucke von 1100 Atm. sogar bis zur tropfbaren Fl.), und ihre Elastizität nimmt in demselben Verhältnisse zu, als ihr Vol. durch Compression vermindert wird. Sie ändert nicht die**

Pflanzenfarben, ist selbst nicht brennbar, unterhält aber das Verbrennen anderer Körper, und ist die einzige zum Athmen der Thiere vollkommen taugliche Gasart.

Die atm. Luft wird vom Wasser, Alkohol u. s. w., und so auch von porösen Körpern, als Kohle u. s. w., gleich andern Gasarten absorbirt, und ist auch selbst wieder fähig, andere Gasarten und Flüssigkeiten, als: Wasser, Alkohol, Aether, ätherische Oehle, verschiedene Säuren, Ammoniak, und überhaupt flüchtige Substanzen aufzulösen und in der Gasform zu erhalten. Dieser Eigenschaft ist es daher zuzuschreiben, dass wir die Erdatmosphäre immer mehr oder weniger, so wie das Wasser der Meere, mit andern Substanzen verunreiniget finden. — Die constanteren Beymischungen solcher Art sind das Wasser und die Carbonsäure. Ersteres findet sich in Folge der Ausdünstung der Erdoberfläche bey verschiedenen Temp.graden und in verschiedenen Jahreszeiten und Gegenden in sehr variirenden Verhältnissen vor, und beträgt nie weniger, als 0,01 des Gewichtes der Luft. Letztere variirt, erzeugt durch Verbrennungsprocesse, durch das Athmen der Thiere und durch Gährungs- und Vegetationsprocesse, je nachdem diese Veranlassungen häufiger sind oder nicht, (nach *Saussure*) zwischen 0,000728 und 0,001083. — Die atm. Luft enthält aber sehr oft auch, in Folge der Ausdünstung aus Sümpfen, Carbon- und Phosphorhydrogengas, aus faulenden oder kranken Organismen auch noch Ammoniak und Miasmen, aus chem. Fabriken muriumsaures Gas u. s. w., und endlich die ätherischen Oehle lebender Vegetabilien u. s. w.

[*Gilb.* An. LIV, 217. — *Pogg.* An. XIV, 390; XIX, 391.

Die Beymischung der Carbonsäure, so wie die Menge derselben, bestimmt man durch Schütteln der Luft mit Baryum- oder Calciumoxydauflösung, die beyde weisse Niederschläge erzeugen (*Schw.* J. LXI, 129). — Das Wasser findet man durch hygroskopische Substanzen, z. B. muriums. Calciumoxyd, welche der Luft das Wasser entziehen, und die Menge desselben durch den Gewichtszuwachs anzeigen. — Ein anderes minder scharfes

Mittel zur Beurtheilung des Wassergehaltes der Atmosphäre biethen die sogenannten *Hygrometer* dar. Das beste unter denselben ist das *Daniell'sche Hygrometer*, welches sich auf die Erfahrung gründet: dass die Atmosphäre bey jedem Wärmegrade nur eine gewisse bestimmte Menge Wassers gasförmig aufgelöst halten kann, und daher allemahl, wenn sie unter diesen Grad erkältet wird, verdichtetes Wasser fallen lassen muss. Das Instrument besteht, zu dieser Absicht, aus einem Thermometer, dessen Kugel mit Mousselin überbunden, und darüber an der untern Hälfte der Kugel mit einem polirten Metallschälchen bedeckt ist. Beym Gebrauche wird die Mousselinhülle mit Aether betropft, welcher durch sein Verdünsten den Apparat, und folglich auch die nächsten Luftschichten immer mehr erkältet, und endlich, wenn diejenige Temperatur erreicht ist, bey welcher die Luft das in derselben enthaltene Wasser nicht mehr aufgelöst halten kann, ein Theil desselben auf dem Metallschälchen niedergeschlagen wird, und eben darum dessen Glanz verschwindet. Man beobachtet in diesem Moment den Stand des Thermometers, und folgert daraus den Wassergehalt der Luft. (*Gilb.* An. LXV, 169, 403; LXX, 135, 139; *Schw.* J. LVI, 459.) — Andere Hygrometer hat man aus festen Körpern verfertiget, die das Wasser absorbiren, und dadurch irgend eine Veränderung erleiden, die sichtbar wird. Unter diesen das beste ist das von *Saussure*. Es bestehet aus einem Menschenhaare, welches durch Absorption der Feuchtigkeit dicker, und eben darum auch kürzer wird, und weil es an der Welle eines Zeigers befestigt ist, durch Bewegung des letztern die Differenzen der Feuchtigkeit anzeigen soll. (*M.* Handb. II, S. 356.)

Was insbesondere den Oxygengehalt der atm. Luft anbetrifft, so lässt sich derselbe durch oxydirbare Körper auffinden, und man hat zu dieser Absicht bereits mehrere Vorrichtungen ersonnen, und sie *Eudiometer, Luftgütemesser*, genannt; weil man ehedem glaubte, die Luft müsse um so tauglicher zum Athemholen seyn, je mehr Oxygen sie enthalte. Das beste unter allen ist das *Volta'sche* oder *Hydrogengas-Eudiometer*, dessen Anwendung sich darauf gründet, dass man die zu untersuchende Luft mit Hydrogengas vermengt, durch elektr. Funken entzündet, und aus der erfolgten Volumsverminderung weiter schliesset (§. 416 d. letzte Anm.). — Weniger brauchbar sind das Phosphor-, Azotoxyd- und Schwefelalkali-Eudiometer; bey welchen die genannten Substanzen das Oxygen absorbiren. (*M.* Handb. II. §. 508 u. s. f.).]

β) Zersetzung der atm. Luft: Dieselbe besteht nur durch schwache Verwandtschaft, und wird zersetzt: *a*) indem sie 1 At. O an die zerlegenden Körper abgibt, und damit Oxydationsprocesse erzeugt; die bald im Wege der Verbrennung, bald durch ruhige Absorption, bald durch das Athmen thierischer Organismen vor sich gehen; *b*) indem die atm. Luft selbst höher oxydirt wird; *c*) indem dieselbe bis in die entfernten Bestandtheile zerlegt, und eine oxygenfreye Verbindung des Azots erzeugt wird.

Im Falle *a* wirket die atm. Luft analog dem Oxygengas, nur erfolgen die Processe mit beyläufig 5mahl schwächerer Energie, als beym Oxygengas (§. 267); weil nur ungefähr $^1/_5$ der ganzen Luft als Oxygengas disponibel ist. — So z. B. entflammt ein glimmender Holzspan in der atm. Luft nicht; weil es bey der grossen Vertheilung des Oxygens im Azot an der zur Verbrennung nothwendigen Hitze fehlt (§. 271). Metalle können darin gar nicht zum Brennen gebracht werden, ausser wenn äussere Hitze zugeführt wird, etwa vor dem Löthrohre in der Schmiedeesse, oder bey sehr feinen Drähten in der Kerzenflamme. In allen diesen Fällen ist der Rückstand der zersetzten Luft bloss Ȧ.

Im Falle *b* sehen wir die atm. Luft durch anhaltend in dieselbe geführte elektr. Funken (ohne Zweifel, indem aus dem elektr. Fl. Oxygen aufgenommen wird) in azotigte Säure übergehen, die aber, wenn Wasser oder andere Basen dargebothen sind, mit diesen als Azotsäure verbunden wird (§§. 472 und 464).

Für den seltenen Fall *c* findet sich ein Beyspiel, wenn man durch ein Gemenge von atm. Luft und Hydrogengas anhaltend elektr. Funken schlagen lässt; wobey zwar gleichfalls azotigte Säure entstehet, aber — durch die heftige Hitze, mit welcher die Wassererzeugung verbunden ist — auch ein Theil des Ȧ reducirt, und, indem sich das A mit dem H, und ein Theil H mit O vereiniget, aus beyden Ammoniak gebildet wird.

γ) Functionen der atm. Luft in der Natur: Schon der Umstand, dass wir mit allem unsern Thun und Lassen in der Erdatmosphäre, wie in einem Meere eingetaucht sind, lässt uns schliessen, wie sie überaus mannigfaltig auf uns selbst, und auf alle uns umgebenden Gegenstände einwirken werde: Eine nähere Betrachtung dieses Gegenstandes lässt uns aber ohne Zweifel sehr bald in dieser Flüssigkeit die erste *Werkstätte der Natur* erblicken: denn nur in der Erdatmosphäre gedeihet die höchste Steigerung der allgemeinen Naturthätigkeit, die sich in der unaufhörlichen *Erschaffung thierischer Organismen* ausspricht; nur in dieser Atmosphäre gedeihet die liebliche *Pflanzenwelt;* und nur in dieser Hülle des Erdballs erfolgt ein grosser Theil jener Processe der *unorganischen Natur*, welche selbst diesen leblos scheinenden Theil des Wesens in fortdauernde Thätigkeit versetzen. Diese erstaunenswürdigen Erfolge bewirkt die Luft auch, wie leicht einzusehen, bald durch ihre mechanischen, bald durch ihre chemischen Eigenschaften.

[Die grösste mechanische Wirkung übt die atm. Luft auf die darin eingetauchten Körper durch ihren Druck aus. Dieser beträgt beym normalen Barometerstande von 28 par. Zollen auf den Quadrat-Fuss 2216 2/3 Pf., und für jede Abweichung von 1 Lin. (in der Nähe von 28 Zollen) 6,5796 Pf. — Diesem Drucke entsprechend, sind also alle in der Erdatmosphäre eingetauchten Dinge construirt; diesen ungeheuren Druck muss mithin auch der Mensch ertragen: und es ist kein Zweifel, dass sich, wenn dieser Druck aufgehoben werden könnte, in der Natur alles anders gestalten, dass ein grosser Theil der jetzt noch tropfbarflüssigen Substanzen die Gasform annehmen, und dass insbesondere die Pflanzen- und Thierwelt, durch die Expansion der eigenen Säfte, schnell zerstört werden müsste. — Der atm. Druck ist aber auch nicht immer derselbe, sondern erleidet, nach Umständen, mancherley Wechsel, wie wir diess am Barometer wahrnehmen. Veränderungen solcher Art werden insbesondere durch die Attraction der Sonne und des Mondes zur Erdatmosphäre bewirkt; indem sich diese forwährend an der jenen Weltkörpern zugewendeten Seite anhäufen, und, wie sich der Erdball wendet, wieder abfliessen, und dadurch auch

in der Luft — wie diess längst schon, aus gleichen Ursachen erzeugt, an den Meeren bemerkt worden ist — die Erscheinungen der *Ebbe* und *Fluth* hervorrufen müssen. Aus diesen Umständen folgt es, dass der Druck der Atmosphäre Morgens und Nachmittags um 4 Uhr am geringsten, und Mittags und Nachts um 12 Uhr am grössten gefunden wird. — In diesen Umständen entspringen aber auch jene wunderbaren Resultate, die aus der Veränderung der Wärmecapacität (§. 241), aus der Entstehung des Lichtes (§. 359 und 381), und aus den Strömungen der Luft und der Meere (§. 241) hervorgehen. (*)

In chemischer Hinsicht hingegen biethet die atm. Luft nicht nur durch ihre Zersetzung zu unzähligen Oxydationsprocessen (s. oben β) das Oxygen dar, sondern sie übt noch weit wichtigere Functionen aus, die einzig und allein in ihrer chemischen Constitution begründet sind. Wäre die atm. Luft nicht eine constante chem. Verbindung, so würde es auch unerklärlich seyn, woher der Abgang des Oxygens — den sie doch unaufhörlich durch Oxydationsprocesse u. s. w. (s. oden β) erleidet — so schnell wieder ersetzt wird, dass man darin zu allen Zeiten geich viel Oxygen findet. — Diess Räthsel erklärt sich jedoch ganz einfach, wenn die atm. Luft eine chem. Verbindung ist; denn es gehet daraus offenbar hervor, dass das A̱ für sich allein nicht bestehen kann, wie es denn auch wirklich isolirt nicht vorzufinden ist. Sobald also die atm. Luft Oxygen verloren hat, so wird der Rückstand, = A̱, diesen Verlust auch wieder zu ersetzen streben; es wird daher zunächst das in der atm. Luft vorfindige elektr. Fl. unter Ausscheidung von Aräon bis zu A̱ verdichtet werden, und sich mit dem A̱ zu atm. Luft verbinden (§. 359). — Umgekehrt wird aber auch der Ueberschuss des Oxygengas — welcher im hohen Sommer durch eine lebhaftere Vegetation aus den Pflanzen in die Atmosphäre überströmt — als solches nicht bestehen können (§. 260); sondern (in den höheren Regionen, wo auch eine günstige Ausdehnung Statt findet) sogleich in elektr. Fl. übergehen, und zu dieser Absicht so viel Aräon binden, dass endlich eine bedeutende Kälte entstehet. — Diese, vorzüglich im hohen Sommer vorkommende gleichzeitige Entstehung von Kälte und elektr. Fl. erklärt dann auch consequent: wie durch die rasche Wärmebindung der in den höheren Regionen vorfindige Wasserdampf plötzlich erkältet, als *Gewitterregen* und *Hagel* zur Erde niederfallen kann; wie gleichzeitig das Uebermass von elektr. Fl. nach Gleichgewicht strebend, und durch seine Anziehung zu andern Kör-

pern die Phänomene des *Donners* und *Blitzes* erzeugen muss; wie hingegen auch abermahls umgekehrt, wenn, durch Consumtion aller Art, der Atmosphäre zu viel Oxygen entzogen worden ist, dieses durch die mit Ausscheidung von Aräon resultirende Verdichtung des elektr. Fl. wieder ersetzt, und eben dadurch selbst in solchen Perioden, wo die Ursache der Wärme nicht thätig ist (z. B. in der Nacht), dennoch Wärme entstehen, und gleichzeitig Mangel an elektr. Fl. eintreten kann; wie ferner im Winter, wo durch die Vegetation weniger Oxygengas zuwächst, und also nur der periodische und immer gleiche Uebergang des elektr. Fl. in Licht, und des Lichtes in elektr. Fl. und Oxygengas Statt findet, auch weniger frappante Differenzen in der Witterung entstehen, und fast immer gleicher Mangel an elektr. Fl. und elektr. Phänomenen obwalten muss; und wie also endlich die Natur auch hier, ihrem ewigen Gesetze getreu, was sie auf einer Seite durch die Oxydationsprocesse, und durch unorganische Processe anderer Art der Atmosphäre entzieht, ihr auf der andern Seite durch den Vegetationsprocess immer wieder zurückgibt, und so jede Störung des Gleichgewichtes unaufhörlich wieder compensirt. (*)

Als zufälliges Resultat dieser unendlich grossen Wechselwirkung wird uns ferner die Entstehung der azotigten Säure und des Ammoniaks in der Atmosphäre erscheinen; denn es ist kein Zweifel mehr, dass allemahl bey der Wiederherstellung des elektr. Gleichgewichtes in der Atmosphäre azotigte Säure, und wenn auch Hydrogengas oder Wasser in der Atmosphäre vorfindig ist, auch Ammoniak (s. oben β) entstehen muss; die beyde zur Erde niedersinkend, indem sie sich mit Basen, oder Säuren, oder unter sich vereinigen, auch die Bildung der azotsauren und ammoniakhaltigen Salze veranlassen.

Wie aber in allen diesen Fällen die atm. Luft, durch die Eigenschaften des darin enthaltenen Azots, zur immerwährenden Wiederherstellung des zweckmässigen Gleichgewichtes unter den mächtigsten Agentien der Schöpfung, Oxygen, elektr. Fl., Licht und Wärme, gleichsam den Regulator bildet, und so auf einer Seite die unorganische Natur in gleichförmiger Thätigkeit erhält; so gibt derselben das Azot auf der andern Seite auch jene Eigenschaften, durch welche sie zur Erhaltung thierischer Organismen vorzüglich tauglich wird: denn durch die Verbindung des Azots mit dem Oxygen wird nicht nur die heftige Wirkung des letztern gemildert, sondern dasselbe wirket auch dadurch wohlthätig ein, dass es zuweilen selbst in die Mischung der Organismen eingehet, und ihrer Bildung förderlich ist.

δ) Anwendung der atm. Luft: Durch die angeführten Eigenschaften ist die atm. Luft auch auf unsere Arbeiten eines Einflusses fähig, dessen Gränzen kaum zu bestimmen sind: denn nicht nur wirket sie mechanisch auf unsere Operationen ein, indem sie alle Gefässe ausfüllet; sondern sie hat, eben weil sie allenthalben zugegen ist, auch in chemischer Hinsicht einen so grossen Einfluss, dass der Chemiker ihre Wirkung keinen Augenblick unbeachtet lassen darf. Ihre Benützung oder Beachtung gestaltet sich aber verschieden, je nachdem sie bloss mechanisch einwirket, oder chemisch, und dann selbst zersetzt wird oder nicht.

[*a*) In erster Beziehung kann der Druck der Atmosphäre unseren Operationen bald beförderlich, bald nachtheilig seyn; es müssen also die Apparate und Verfahrungsarten diesen Umständen angemessen werden. — Auch ist eine nur zu oft vernachlässigte *Hauptregel* die: dass man bey Entbindung anderer Gasarten, entweder die Apparate ganz mit dem Sperrmittel füllen, oder die ersten Portionen des entwickelten Gases beseitigen muss; damit die Beymischung der atm. Luft, welche alle Gefässe erfüllt, vermieden werde.

b) In zweyter Beziehung gründen wir viele Operationen auf die auflösende Kraft der Luft. So beruht z. B. die *Trocknung* und *Verwitterung* hauptsächlich darauf, dass das Wasser der Körper von der Luft aufgenommen wird. — Es beruht ferner hierauf die *Abkühlung des Wassers durch Verdünstung desselben;* die dadurch eingeleitet wird, dass man in porösen thönernen Gefässen Wasser an die Luft stellet. Das Wasser schwitzt dabey durch die Poren der Gefässe aus, wird mit bedeutender Vermehrung der Wärmecapacität von der Luft aufgelöset, und erkältet eben dadurch die Gefässe und das Wasser (§. 452). (*)

c) In dritter Beziehung endlich wird die atm. Luft zwar immer durch den Oxydationsprocess zersetzt; aber dabey unterscheidet man wieder, ob aus der zersetzten Luft das Oxygen oder das Aräon zu gewinnen und zu benützen ist.

Der erste Fall umfasset die Processe des *Athmens* thierischer Organismen, und eine Reihe von *Verwitterungs-, Gährungs-, Röstungs-* und *Verbrennungsprocessen;* die sämmtlich die Verbindung irgend einer Substanz mit dem Oxygen zum Zwecke haben. — So wird die atm. Luft geathmet, um durch Abgabe des

O an das Blut zum ferneren Dienste tauglich zu werden (s. B. III.), manches Erz an der Luft geröstet, und manche andere Substanz, wie Schwefel, Phosphor u. s. w. verbrannt, um sie durch Aufnahme des Oxygens in Oxyde oder Säuren umzuwandeln. — So ist es aber auch umgekehrt eine Hauptregel, sehr leicht oxydirbare Substanzen, die nicht oxydirt werder sollen, gegen den Andrang der atm. Luft sorgfältig zu verwahren.

Im zweyten Falle hingegen ist es gleichgültig, welcher oxydirbare Körper als *Brennstoff* benutzt wird, da die sich bildenden Oxyde desselben meistens als unnütze Nebenproducte erscheinen, und nur das freywerdende Aräon zu benützen ist. Bey weitem wichtiger ist aber eben darum die Construction jener Apparate, der *Oefen*, in welchen das Aräon durch Verbrennung dazu geeigneter Substanzen aus der atm. Luft abgeschieden wird; denn, wenn auch die Luft nichts kostet, so haben doch die Brennmaterialien oft so bedeutende Preise: dass nicht selten Fabriken aller Art nur den, im zweckmässigen Ofenbaue gegründeten, Ersparnissen an Brennstoff ihren Flor verdanken; während andere durch Vernachlässigung dieses Vortheils zu Grunde gehen.

Beym *Ofenbaue* sind hauptsächlich zwey Umstände von wesentlichem Einflusse, nähmlich die Störung des Gleichgewichtes in der Luft, und die Wärmeleitungsfähigkeit des zum Baue der Oefen dienenden Baumaterials.

Die *Störung des Gleichgewichtes* der Luft finden wir in jedem Ofen als natürliche Folge des Feuers; über welchem die Luft erwärmt und dünner, also leichter, und eben darum von der äusseren kältern, also schwereren, durch die untere Oeffnung des Ofens eindringenden Luft nach hydrostatischen Gesetzen durch die obere Oeffnung des Ofens ausgetrieben wird. Diese Störung des Gleichgewichtes biethet uns also ein Mittel dar, in dem Ofen die Strömung der Luft nach Willkühr zu hemmen oder zu beschleunigen. — Soll das erstere geschehen, so genügt es, wenn die Höhe des Ofens vermindert wird; weil sodann nur eine kurze Luftsäule im Ofen über dem Feuer erwärmt, und mithin auch nur um ein Geringes leichter wird, als die äussere Luft, und eben darum nur eine schwache Strömung erzeugen kann. Beschleunigte Strömungen hingegen werden durch Erhöhung des Ofens über dem Feuer, oder durch Verlängerung der Rauchröhren, Schornsteine etc. etc. veranlasset; weil dann höhere erwärmte Luftsäulen entstehen, und also grössere Störungen des Gleichgewichtes u. s. w. erfolgen müssen.

Die *Wärmeleitungsfähigkeit* des Baumaterials hingegen gibt uns die Mittel an die Hand, nach Verschiedenheit der Zwecke die Ausstrahlung der Wärme aus den Oefen bald zu hindern, bald zu begünstigen; je nachdem jene aus schlechtern oder bessern Wärmeleitern erbauet werden.

Mit diesen Principien kann es uns dann auch nicht schwer werden, die Oefen in allen Fällen dem Zwecke entsprechend zu bauen.

Wird *Ersparung des Brennstoffes* beabsichtiget, so wird man die Strömung der Luft *(Zug der Luft)* so weit beschleunigen, dass in jedem Augenblicke so viel Oxygen das Brennmaterial berühre, als zu seiner vollkommenen Verbrennung hinreichend ist; weil widrigen Falls ein Theil des Brennstoffes nur die trockene Destillation erleidet: welche nicht nur selbst keine Wärme liefert, sondern sogar einen Theil derselben consumirt; indem sie eine beträchtliche Menge des Brennmaterials in gasförmige Producte umwandelt, die als *Rauch* entweichen, oder als *Russ* (Ofenruss) in den Kaminen verdichtet werden.

Ist im Einzelnen eine *intensive, auf den Arbeitsort des Ofens, beschränkte Hitze* der Zweck, so wird man durch weitere Verlängerung des Ofens über der Feuerstelle den Zug vermehren; damit gleichzeitig mehr Luft das Brennmaterial treffe, und eine raschere Verbrennung und intensivere Wärmeentbindung erfolge (§. 251).

Ist dagegen eine nur gemässigte Temperatur, aber die möglichste Benützung aller frey werdenden Wärme der Zweck, wie z. B. bey der *Beheitzung der Wohnungen;* so wird man den Ofen mit einem langen Rauchcanale versehen: damit nicht nur ein lebhafterer Luftzug bewirkt, sondern auch die Oberfläche des Ofens vergrössert, und der Austritt der Luft nicht eher, als wenn sie bereits die Wärme grösstentheils abgegeben hat, gestattet werde. Für diesen letzten Zweck muss aber der Rauchcanal oft so weit verlängert werden, dass ein zu heftiger Zug entstehet: ein Gebrechen, dem man wieder durch mehrmahlige Auf- und Abwärtsbeugung des Rauchcanals (*Schwedische Oefen, Sparöfen*), abhilft; weil dadurch die erwärmte Luftsäule — deren Höhe nach hydrostatischen Gesetzen immer der perpendiculären Distanz zwischen den Puncten des Ein- und Ausströmens der Luft gleich ist — wieder verkürzt wird u. s. w. (§. 251).

Wird endlich eine möglichst gleichförmige Erwärmung der Wohnungen etc. etc. und eine entsprechende Ventilation gewünscht, so ist diess am besten durch die *Luftheitzung* zu er-

langen; die darauf beruht, dass die untern Luftschichten fortwährend aus dem zu wärmenden Raume abgezogen, und nachdem sie in einer Heitzkammer erwärmt worden sind, wieder dahin zurückgegeben werden: die also, weil keine strahlende Wärme vorwaltet, der Sommerwärme am nächsten stehet (*P. T. Meissner's* Heitzung mit erwärmter Luft. Wien, 3te Aufl. 1827 bey *Gerold*).

Aus diesen Principien folgern sich aber leicht auch die Mittel zum *Löschen des Feuers*; welches einzig und allein dadurch erreicht wird, dass man entweder die Berührung der Luft mit dem brennenden Körper aufhebt, oder ihre Zuströmung so weit beschleunigt, dass der brennbare Körper durch Erkältung zu brennen aufhöret. — Das Feuer erlischt daher, wenn es mit Wasser übergossen wird; doch muss die Menge hinreichend seyn, weil sonst das Wasser zersetzt wird, und das Feuer noch steigert. Viel vollständiger ist der Erfolg, wenn das Wasser aufgelöste Salze, als: Alaun, Vitriol, Küchensalz u. s. w., oder aufgeschlemmten Lehm enthält; weil diese Substanzen nach Verflüchtigung des Wassers auf dem brennbaren Körper liegen bleiben u. s. w. Auf brennende Körper geworfener Schwefel löscht das Feuer, weil er zu schwefligter Säure verbrennt, und eben dadurch jene Körper mit Luftarten umgeben werden, die kein Oxygen abgeben können. Ein Schuss in den brennenden Schornstein bläst ganz eigentlich das Feuer aus (§. 272).

Aus diesen Principien folgern sich endlich auch die Mittel zur *Beurtheilung der Brennmaterialien*; die sich darauf gründet, dass man in einem kleinen, ganz in Wasser eingetauchten kupfernen Ofen gleiche Quantitäten verschiedener Brennmaterealien verbrennt, und ihre Leistungen nach der Erwärmung des Wassers beurtheilt (*Rumfort's Calorimeter*). (*Péclet*, über die Wärme. Leipzig 1829.)]

ε) Weitere Verbindungen des Azotoxyduls: Das $\dot{\underline{A}}$ verbindet sich wie eine Säure mit den Basen zu *Azotoxydulsalzen*. Diese Verbindungen können aber nur auf indirecten Wegen dargestellt werden. *Davy* erhielt sie, als er die Hydrate der Alkalien, mit schwefligts. Alkalien gemengt, mit $\ddot{\underline{A}}$ in Berührung brachte; wobey das schwefligts. Alkali dem $\dddot{\underline{A}}$ ein At. $\underline{O}$ entzog, so dass es sich mit dem freyen Alkali als $\ddot{\underline{A}}$ verbinden konnte. Die Verbindung mit Baryumoxyd entstand auch beym Rothglühen des azotsauren Baryumoxydes.

Diese Salze sind krystallisirbar, und werden durch Hitze und selbst durch schwache Säuren unter Ausscheidung des $\ddot{\underline{A}}$ zersetzt.

Eine andere Reihe merkwürdiger Verbindungen erzeugt das $\ddot{\underline{A}}$ mit carbonhältigen Substanzen; wovon weiterhin (B. III) noch die Rede seyn wird.

3. *Verbindungen des Azotoxydes.*

§. 469. Das $\dddot{\underline{A}}$ bildet mit Alkalien eigenthümliche Salze, *Azotoxydsalze*, und zeiget dabey eine Sättigungscapacität = 26,52. Diese Salze entstehen, wenn man azots. Salze so lange erhitzt, bis ein entsprechender Theil des $\underline{O}$ ihrer Säure entwichen ist. — Mit Säuren werden sie unter Entbindung von $\dddot{\underline{A}}$ zersetzt. —

[In neuerer Zeit hat man die Existenz dieser Salze wieder bezweifelt, und sie für unterazotigts. Salze angesehen. (*Pogg.* An. XII, 257.)]

4. *Verbindungen der unterazotigten Säure.*

§. 470. Diese Verbindungen, die *unterazotigtsauren* oder *untersalpetrigts. Salze*, *Nitrites* (*s. Salia nitrosa*, *Hyponitrites*) können nur auf indirecten Wegen erzeugt werden. Man erhält sie *a*) durch gelindes Glühen azotsaurer Alkalien, bis die entsprechende Menge $\underline{O}$ entweicht, oder *b*), wenn man die wässerige Auflösung des azots. Bleyoxydes mit Bley kochet, und das entstehende bas. unterazotigtsaure Bleyoxyd im Wege doppelter Wahlverwandtschaft durch diejenigen schwefels. Salze zersetzt, deren Basen mit der $\underline{A}$ (::) zu verbinden sind; oder *c*) durch Einwirkung der Basen auf Azotoxydgas, welches mit wenig Oxygengas vermischt ist. Diese Salze sind im Wasser sehr auflöslich, und werden zersetzt *α*) durch Erhitzung unter Entbindung von Oxygengas und Azotsuboxydulgas; *β*) durch Säuren, unter Ausscheidung der $\underline{A}$ (::); *γ*) durch Erhitzung mit brennbaren Körpern, unter Verpuffung. —

5. *Verbindungen der azotigten Säure.*

§. 471. Man hat noch keine solche Verbindung darstellen können, ausgenommen mit Wasser und mit Azotsäure. Die erste dieser Verbindungen ist noch nicht näher bestimmt, die letztere kommt weiter unten (§. 472) vor.

6. *Verbindungen der Azotsäure.*

§. 472. Die Azotsäure kann als solche im freyen Zustande nicht existiren, sondern nur in Verbindung mit andern gleich hoch zusammengesetzten Substanzen. Sie verbindet sich auf solche Art mit Wasser, mit Säuren, mit Basen und mit org. Substanzen verschiedener Art (B. III.). Mit den Basen insbesondere stellt sie die *azotsauren Salze salpetersauren Salze* (*Salia nitrica*) dar; wobey sie eine Sättigungscapacität = 14,77 zeiget. — Diese Salze entstehen in der Natur: *a*) wenn starke Salzbasen, wie Kaliumoxyd und Calciumoxyd, anhaltend der feuchten atm. Luft ausgesetzt sind, und also Gelegenheit finden, jene azotigte Säure in Azotsäure umgewandelt zu binden; die allemahl erzeugt wird, wenn Blitze durch die Erdatmosphäre fahren (§. 468, 1. β, b. und γ); *b*) durch die Verwesung azothältiger Organismen in Berührung mit Basen; *c*) durch Behandlung der Basen mit wäss. Azotsäure; wobey directe Vereinigung erfolgt; oder *d*) durch Zersetzung der wäss. Azotsäure mittelst oxydirbarer Basesubstraten (s. weiter unten 1). —

Die azots. Salze sind meistens neutral, nur selten basisch. Sie sind im neutralen Zustande meistens leicht auflöslich im Wasser, und leicht krystallisirbar, und besitzen einen salzigen, meist kühlenden bitterlichen Geschmack.

Sie werden zersetzt: *α*) durch Hitze, wobey einige *a*) zuerst in Oxygengas und ein Salz eines niedrigern Azotoxydes, und späterhin in die Salzbasis, Oxygengas und Azotsuboxydulgas, andere wieder *b*) in Basis, Oxygengas und $\underline{\dddot{A}}$, noch andere *c*) in Azotsäurehydrat und Basis, noch andere *d*) in niedrigere Oxyde des Azots und höher oxydirte Basis,

oder sogar in metallisches Substrat der Basis zerfallen; β) durch stärkere Säuren unter Ausscheidung der $\overset{:::}{\underline{A}}$; wobey indessen die zersetzende Säure zuweilen auf Kosten der $\overset{:::}{\underline{A}}$ höher oxydirt, und diese daher auf $\dddot{\underline{A}}$ desoxydirt wird (s. Muriums.); γ) durch Basen, unter Ausscheidung ihrer Basen; δ) auch im Wege doppelter Wahlverwandtschaft; ε) durch oxydirbare Subst., die damit beym Erhitzen (Kohle, Eisen, Antimon, org. Substanzen), und oft schon durch Hammerschläge (Phosphor) unter Feuererscheinung verpuffen; indem sie auf Kosten der $\overset{:::}{\underline{A}}$ oxydirt, und oft auch mit der rückständigen Basis verbunden werden, während die Reste der zersetzten Säure als $\dot{\underline{A}}$ oder $\ddot{\underline{A}}$ entweichen.

Die Verbindungen der Azotsäure im Einzelnen sind:

1) *Azotsäure mit Wasser.* Das *azots. Hydrogenoxyd, Azotsäurehydrat*, die *conc. Salpetersäure* (*Acidum nitricum concentratum*) (nach *Davy*) $= \dot{\underline{H}}\overset{:::}{\underline{A}} = 789{,}516, = (14{,}247\ \dot{\underline{H}} + 85{,}753\ \overset{:::}{\underline{A}})$ ist von **Raimund Lull** 1225 entdeckt, und von *Kirwan, Gay-Lussac* und neuerlich von *Mitscherlich* näher untersucht worden.

α) Darstellung: 100 Th. reinen geschmolzenen azots. Kaliumoxydes werden in einer tub. Retorte mit 97,8 Th. conc. Schwefelsäure übergossen, bey höchstens $+ 125^0$ C. destillirt, und das Destillat wird in erkälteten Woulfe'schen Vorlagen mit der Vorsicht verdichtet, dass man es sogleich entfernt, wenn die übergehende Fl. von azotigter Säure gelb zu werden anfängt, und in den entfernteren Vorlagen etwas Wasser vorschlägt, damit man die entweichende Säure als verdünnte Säure erhalte.

[Es entstehet hier saures schwefels. Kaliumoxyd, welches im Rückstande bleibt. Die doppelte Menge Schwefelsäure muss desshalb genommen werden, weil 1 At. Schwefelsäure nur halb so viel Wasser abgeben kann, als 1 At. Azotsäure fordert (also wahrscheinlich die conc. Azotsäure, so wie man sie darstellen kann, 2 At. Wasser enthält), und mithin bey weniger Schwefelsäure das zum Bestande der Azotsäure nöthige Hydrat-

wasser fehlen würde. — Man kann diese Säure übrigens auch als Rückstand erhalten, wenn die azotigts. Azotsäure so lange destillirt wird, bis der Rückstand farblos ist.

In der früheren Zeit wurde das azots. Kaliumoxyd oft auch durch Erhitzung mit schwefels. Eisenoxyd, Colcothar, Thon oder Sand zersetzt; aber alle diese Methoden sind bey der dermahligen Wohlfeilheit der Schwefelsäure unpractisch.

Die Azotsäure kann endlich auch durch höhere Oxydation der niedrigern Azotoxyde erzeugt werden (§§. 457, 460 und 464), was aber noch weniger practisch wäre. (*M.* Handb. II., 391.)

β) Eigenschaften: Die conc. Azotsäure erscheint als farblose, sehr agile Flüssigkeit, von schwachem eigenthümlichen Geruch und höchst saurem Geschmack. Ihre Dichtheit ist (nach *Mitscherl.*) bey 12,5° C. = 1,522. Sie röthet und zerstört die blauen Pflanzenpigmente, zerstört thierische Substanzen schnell mit gelber Färbung. Sie siedet schon bey + 86° C., und gefriert bey — 40° C. Ihre Anziehung zum Wasser ist ungemein gross, daher sie auch, wenn sie aus den eröffneten Gefässen in die Atmosphäre verdunstet, augenblicklich mit der Feuchtigkeit derselben weisse Nebel bildet. Sie scheint also noch mehrere Hydrate bilden zu können; wofür auch der Umstand spricht, dass sie selbst sehr auflöslichen Salzen (z. B. dem azots. Calciumoxyd) das Wasser entzieht, und (nach *Dalton*) wenn sie mit Wasser verdünnt, und dann behuthsam destillirt wird, bis ihr Siedepunct + 120° C. und ihre Dichtheit 1,420° erreicht, fast nur Wasser verliert, dann aber unverändert überdestillirt. Sie enthält in diesem Zustande nahe 0,40, oder 5 At. Wasser (?).

[Die *Pharmacop. austr.* schreibt die Dichtheit dieser Säure mit 1,430 vor.]

Wird diese conc. Säure mit Wasser verdünnt, so erhält man *verdünnte Azotsäure*, *verdünnte Salpetersäure* (*Acidum nitricum dilutum*); deren Dichtheit von der Wassermenge abhängig ist, und nach Bedürfniss gewählt wird (gewöhnlich = 1,200).

[Die *Pharm. austr.* schreibt die Dichtheit = 1,170 vor.
Man kann auch geradezu verdünnte Azotsäure bekommen, wenn noch vor der Destillation die Schwefelsäure mit Wasser verdünnt wird. Man thut diess vorzüglich gerne in den Fabriken, bey der Erzeugung dieser Säure im Grossen; weil beym Ueberdestilliren der conc. Säure immer ein Theil zersetzt wird. Die Arbeit ist aber sodann schwieriger, weil die schwächere Säure schwerer übergeht. — In den Fabriken pflegt man auch nicht reines azots. Kaliumoxyd zu verwenden, sondern solches, wie es der Handel, mit muriums. Salzen verunreiniget, darbiethet. Die Säure enthält dann meistens etwas von der Säure des Muriums, und wird, weil sie oft zur Scheidung der Metalle dient, *Scheidewasser*, oder wenn sie etwas concentrirter ist, *doppeltes Scheidewasser* genannt.]

Die Azotsäure kann durch unreine Zuthaten mit muriums. 6fach oxydirter Muriumsäure, und durch unvorsichtige Destillation mit Schwefelsäure, mit azotigter Säure, oder mit übergespritztem saurem schwefels. Kaliumoxyd verunreiniget seyn. Durch Beseitigung dieser Beymischungen wird die *chemisch reine Azotsäure* (*Acidum nitricum purum*) dargestellt.

[Zu dem Ende wird zuerst mit azots. Silberoxyd die Muriumsäure gefällt (deren überschüssiges Oxygen zugleich die azotigte Säure zu Azotsäure oxydirt), dann durch azots. Baryumoxyd die Schwefelsäure; worauf man die durch mehrtägige Ruhe geklärte Fl. abgiesset, und bey gelinder Hitze überdestillirt. — Die Säure muss, wenn sie rein seyn soll, eine gewisse Verdünnung haben, weil die concentrirte bey der Destillation zum Theil in azotigte Säure zersetzt wird. — Eine ziemliche Reinigung kann übrigens auch schon dadurch erreicht werden, dass man die Säure für sich destillirt, und das Destillat in 3 Portionen sammelt; denn die erste Portion enthält dann die flüchtigere Doppelsäure des Muriums, die zweyte ist rein, und die dritte mit Schwefelsäure verunreinigt, während das schwefels. Salz im Rückstande bleibt. Die Verunreinigung mit Schwefelsäure wird auch gehoben, wenn man die unreine Säure über reines azots. Kaliumoxyd abzieht.

Ein Reagens auf Azotsäure ist die schwefels. Indigauflösung. Einige Tropfen derselben, nebst eben so wenig conc. Schwefelsäure und Küchensalz in die zu prüfende Fl. gebracht, und diese

bis zum Sieden erhitzt, zeigen schon $1/_{500}$ Azotsäure durch gelbe Färbung an (*Schweigg.* J. XLIX., 257). Azots. Salze geben sich auf glühenden Kohlen durch Verpuffung zu erkennen. — Ueber die Beurtheilung der Concentr. aus der Dichtheit der wässerigen Säure s. *M.* Handb. II., 405. — *Berz.* Lehrb. der Chemie II., 40. — Am besten wird die saure Masse durch Sättigung mit Alkalien erforscht.

γ) Zersetzung: *a*) Durch Hitze. Durch eine glühende Porzellanröhre getrieben, zerfällt die wässerige Azotsäure nach Massgabe der Temperatur in azotigte Säure und Oxygengas, oder Oxygengas und $\dot{\underline{A}}$gas. Schon beym Destilliren zerfällt die conc. Säure zum Theil in $\underline{O}$gas und $\overset{\therefore}{\underline{A}}$; *b*) durch galvanische elektr. Ströme in $\underline{O}$gas und $\dot{\underline{A}}$gas; *c*) durch Licht schon bey mässiger Concentr. in entweichendes $\underline{O}$gas und $\overset{\therefore}{\underline{A}} + \overset{:::}{\underline{A}} + \dot{\underline{H}}$ (daher die gelbe Färbung); *d*) durch Wasserentziehung eben so. Selbst verdünnte Azotsäure wird aus diesem Grunde durch conc. Schwefelsäure gelb; *e*) durch Anschwängerung derselben mit Azotoxydgas (§. 457); *f*) durch oxydirbare Körper, die in Oxyde oder Säuren übergehend, einen Theil der $\overset{:::}{\underline{A}}$ auf niedrigere Azotoxyde desoxydiren, und sich hierauf meistens mit einem andern Theile der $\overset{:::}{\underline{A}}$, oft auch mit einem niedrigern Oxyde des Azots verbinden.

[Hydrogengas, Phosphor, Schwefel, Selen zersetzen die Azotsäure beym Erhitzen; indem Wasser, Phosphor-, Schwefel- oder Selensäure entstehet, und Azotoxyd- und Azotsuboxydulgas ausgeschieden wird. — Muriumsäure erzeugt damit azotigte Säure und muriums. 6fach oxydirte Muriumsäure. — Die meisten Metalle (die edlen ausgenommen) erzeugen mit dieser Säure, unter Erwärmung und Ausscheidung von $\dot{\underline{A}}$, $\ddot{\underline{A}}$ oder $\overset{\therefore}{\underline{A}}$ azotsaure Salze, indem sie sich auf Kosten eines Theils derselben oxydiren, und diese Wirkung erfolgt oft schon in gemeiner Temperatur, oft erfordert sie äussere Hitze, und bald conc., bald verdünnte Säure. Oft ist die Wirkung so heftig, dass rasches Aufbrausen und starke Erhitzung Statt findet (Wismuth und conc. Azotsäure). — Zuweilen wird zugleich das Wasser zersetzt, und daher auch Ammoniak gebildet (Zink, Zinn, Eisen), welches sodann zur Entstehung von Doppelsalzen führet.

Mit organischen Substanzen insbesondere ergeben sich noch complicirtere Resultate (s. B. III.), und die Wirkung ist nicht selten so heftig, dass sogar Entzündung erfolgt; diess geschieht z. B. wenn man (nach *Berz.*) 1 Th. der conc. Säure mit 2 Th. Terpenthinöhl vermischt.]

δ) Anwendung: Die conc. wie die verdünnte Säure dient in der Medizin als *Aetzmittel* und zu *antimiasmatischen Räucherungen*. Dem Chemiker ist sie eines der wichtigsten Hülfsmittel, theils dadurch, dass sie mit den meisten Körpern auflösliche Verbindungen erzeugt, theils durch ihre grosse Zersetzbarkeit, mit Hülfe deren es so leicht ist andere Körper zu oxydiren. — Durch dieselben Eigenschaften wird sie auch benutzt: vom Gold- und Silberarbeiter zur *Scheidung der Metalle;* vom Färber zur *Darstellung verschiedener Salze*, die er als *Beitzmittel* benutzt, und zur *Aetzung* und *Nuancirung der Farben;* vom Mahler zur Darstellung der *Lackfarben;* vom Broncearbeiter zur *Reinigung der Metalloberflächen von Oxyden;* vom Kupferstecher zum *Aetzen;* vom Holz- und Beinarbeiter zum *Färben* seiner Waaren u. s. w.

2) *Azotigtsaure Azotsäure.* Diese Doppelsäure (*salpetrigtsaure Salpetersäure*, *rauchende Salpetersäure*, *Spiritus nitri fumans*, *Acidum nitri fumans*, *Acidum nitrico-nitrosum concentratum*) $= \underline{\overset{\therefore}{A}} + \underline{\overset{:\cdot:}{A}}^{x} + \underline{\dot{H}}^{x}$, wurde von *Glauber* im 17. Jahrhundert erzeugt, und wird dargestellt, wenn man 100 Th. azots. Kaliumoxyd mit $48\frac{1}{2}$ Th. conc. Schwefelsäure destillirt, und das Destillat im *Woulfe'schen* Apparat auffängt; in welchem die erste Vorlage leer bleibt, während die übrigen, damit keine Säure verloren werde, etwas Wasser enthalten.

[Es wird hier neutrales schwefels. Kaliumoxyd im Rückstande bleiben, und ein Gemenge von Azotsäurehydrat und azotigter Säure in die erste Vorlage übergehen; weil nur die Hälfte der ausgeschiedenen Azotsäure von der Schwefelsäure Hydratwasser bekommen kann (§. 472, 1, α); während die andere Hälfte aus Wassermangel in entweichendes Oxygengas und azotigte Säure

zerfällt, welche letztere mit dem Azotsäurehydrat in der Vorlage vereinigt wird. (*)

Diese Doppelsäure entstehet übrigens auch durch Zersetzung des Azotsäurehydrates (§. 472, 1, γ) und durch unmittelbare Vermischung.]

Diese Säure erscheint, je nachdem sie mehr oder weniger azotigte Säure enthält, mehr oder weniger dunkel orangegelb, stösst beständig in rothen Dämpfen azotigte Säure aus, besitzt (bey 17,5° C.) eine Dichtheit = 1,560, erstarrt bey — 49° zu einer dunkel orangerothen Masse, gehet beym Verdünnen mit Wasser mit demselben Farbenwechsel, wie die azotigte Säure (§. 464) in verdünnte Azotsäure über, und wird wie die wässerige Azotsäure (§. 472, γ) und oft noch heftiger zersetzt. — Sie wird wie die conc. Azotsäure verwendet.

[Eine entzündete Kohle brennt auf dieser Säure lebhaft fort. — 4 Th. derselben mit 1 Th. Bernsteinöhl zusammengegossen, erzeugten unter heftigem Entflammen eine harzartige Substanz (*künstlicher Moschus*). — Giesset man etwas von dieser Säure in eine mit Schwefelhydrogengas gefüllte Flasche, so fährt bald die Flamme aus der Flasche empor.]

3) Die weiteren Verbindungen der Azotsäure kommen bey den sie bildenden Substanzen vor.

7) *Verbindungen des Azothydroiduls.*

§. 473. Die Verbindungen desselben sind noch wenig untersucht, und können nur aus Schlüssen gefolgert werden, weil das AH^2 (§. 466) isolirt nicht darstellbar ist. Man kennet folgende.

1) Das *hydrogensaure Azothydroidul*, *Azothydroidulhydrat*, *Ammoniak*, *Ammoniakgas*, *flüchtiges Laugensalz* (*Ammoniacum*, *Gas ammoniacum*, *Ammonia pura*, *Alkali volatile*) $= \underline{A}\underline{H}^2 + \underline{H} = 214{,}4748 = (47{,}556\ \underline{A}\underline{H}^2 + 52{,}444\ \dot{\underline{H}})$ erhielt den Nahmen Ammoniak, weil es aus dem *Sal ammoniacum* gewonnen wird, und wurde von *Pristley* zuerst dargestellt. *Scheele* vermuthete seine Bestandtheile, *Berthollet* erwies sie.

[Im freyen Zustande kommt es in der Natur nicht vor, mit Muriumsäure bey Vulkanen, mit Schwefel- und Boronsäure verbunden in einigen Mineralien, mit Carbonsäure im Eisenrost und in einigen Eisenerzen und Thonarten, mit Phosphorsäure in organischen Körpern.

Es entstehet *a*) durch Zersetzung der atm. Luft (§. 468, β) mittelst elektr. Fl.; *b*) wenn Azotsuboxydulgas auf feuchte Eisenfeile wirket, unter Wasserzersetzung; *c*) wenn man feuchtes Azotoxydgas über glühende Eisenfeile leitet (wobey das Eisen auf Kosten des Wassers und des Azotoxydes oxydirt wird u. s. w.), oder auch nur mit feuchter Eisen- oder Zinnfeile, oder mit Schwefelhydrogen und dessen Salzen in Berührung lässt; *d*) durch Zersetzung der Azotsäure mittelst Zinn u. s. w. (§. 472, γ); *e*) durch Zersetzung azothältiger organischer Verbindungen durch trockene Destillation oder Fäulniss, wobey es aber immer an Carbonsäure oder Phosphorsäure gebunden ist; *f*) durch Zersetzung azothältiger organischer Substanzen mit feuerfesten Alkalien u. s. w. — Azotfreye Substanzen geben mit Alkalien nur dann Ammoniak, wenn letztere aus der Luft Azot absorbirt haben (*Schw.* XLIV. S 346).

α) Darstellung: Man mengt 1 Th. fein gepulvertes muriums. Ammoniak ($\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}$) + ($\dot{\underline{H}}\dot{\underline{M}}$) mit 1 Th. Calciumoxydhydrat ($\ddot{\underline{C}}a\dot{\underline{H}}^2$), bringt das Gemenge in eine Retorte (am besten von Gusseisen, für kleine Versuche von Glas), überdeckt es mit noch 1 Th. $\ddot{\underline{C}}a\dot{\underline{H}}^2$, und destillirt bey steigender Hitze so lange noch Gas übergehet. Es entstehet im Rückstande ein Gemenge von $\ddot{\underline{C}}a\ddot{\underline{M}}^2$ und überschüssigem $\ddot{\underline{C}}a$, während Ammoniakgas übergeht, und über Mercur aufgefangen wird.

[Das muriums. Ammoniak muss von organischen Theilen frey seyn, sonst wird das Gas mit den Producten ihrer Zersetzung verunreinigt; desshalb wendet man, wenn das Gas zu chemischen Versuchen dienen soll, nur gelinde Wärme an. — Die Decke von $\ddot{\underline{C}}a\dot{\underline{H}}^2$ wird bey Arbeiten im Grossen hinzugefügt, damit diejenigen Theile des muriums. Ammoniaks, welche zuletzt unzersetzt aufsublimiren, gleichfalls zur Zersetzung das nöthige $\ddot{\underline{C}}a\dot{\underline{H}}$ finden. — Trockenes Ammoniakgas erhält man, wenn es über Kaliumoxydhydrat geleitet wird.]

β) Eigenschaften: Das Ammoniakgas erscheint bey mittle-

rer Temperatur als ein farbloses Gas von 0,5912 Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) (nach *Berz.* und *Dulong*). Es bricht das Licht (im Vergleiche mit der atm. Luft) = 2,16851. Bey — 40^0 C. geht es in den tropfbar flüssigen Zustand über, zu dem es aber, nach *Faraday*, auch durch einen Druck von 6 1/2 Atm. verdichtet wird, und dann (das Wasser = 1) 0,760 Dichtheit zeiget. — Es riechet ungemein stark, stechend und reizend urinös, und schmeckt höchst ätzend scharf und brennend laugenhaft, so dass es im Uebermass die Organe heftig verletzt. Es reagirt auf die Pigmente basisch, kann das Brennen anderer Körper nicht unterhalten, verbrennt aber selbst in der Luft, wenn die Temperatur erhöht ist, mit gelber Flamme (im Oxygengas brennt es schon in gemeiner Temperatur) und ist zum Athmen ganz untauglich. Es wird von vielen Flüssigkeiten und porösen Körpern, z. B. von der Kohle, in grosser Menge absorbirt, insbesondere aber sehr stark von den muriumsauren Salzen.

Zum Wasser hat das Ammoniakgas eine ungemein grosse Anziehung, ein Stück Eis über Mercur in einer Glocke mit diesem Gas zusammengebracht, schmilzt daher fast augenblicklich; indem es sich damit unter starkem Sinken der Temperatur zur tropfbaren Flüssigkeit vereiniget. Leitet man das Ammoniakgas bey seiner Entbindung im *Woulfe'schen* Apparate durch möglichst kaltes Wasser, so wird es unter beträchtlicher Wärmeentbindung absorbirt; indem jene tropfbarflüssige Auflösung des Ammoniaks entstehet, die man *wässeriges Ammoniak* (*ätzender Salmiakgeist*, *Aetzammoniakflüssigkeit*, *Ammonia pura liquida*, *Liquor ammonii caustici*, *Spiritus salis ammoniaci causticus*) nennet. 1 Pf. eiskaltes Wasser kann ungefähr von 1 1/2 Pf. muriums. Ammoniak das entwickelte Ammoniakgas aufnehmen, und erlangt dabey eine bedeutend geringere Dichtheit. Diese Fl. erscheint wasserhell, riechet und schmeckt wie das Gas, und zieht augenblicklich Blasen auf

der Zunge und auch bald auf der übrigen Haut, reagirt alkalisch wie das Gas, und stösst beständig Ammoniakgas aus. Wird sie schnell bis auf — 40° C erkaltet, so erstarrt sie zur undurchsichtigen gallertartigen Masse; bey langsamerem Erkalten krystallisirt sie in seidenglänzenden Nadeln, die wahrscheinlich ein zweytes Hydrat sind. Wird hingegen die Temperatur gesteigert, so entweichet in demselben Verhältniss immer mehr Gas, indem die Fl. schon bey geringer Erwärmung siedet, und die Dichtheit immer grösser und der Siedepunct immer höher wird. Bey 17,5° C. ist die Dichtheit der Fl., welche vorher (nach *Davy*) bey + 10° C. nur 0,875 betragen hatte, bereits auf 0,883 gestiegen, und sie hat also viel Gas verloren.

[Die *Pharm. austr.* schreibt die Dichtheit bey + 17,5° C. mit 0,910 vor. — Man hat eigene Tabellen, um aus der Dichtheit der Fl. das darin enthaltene Ammoniak zu entnehmen, die aber noch sehr schwankend sind (*M.* Handb. II., 426). Nach *Davy* enthält die Flüssigkeit, wenn sie bey 10° C. 0,875 Dichtheit besitzt, 0,323 reines Ammoniak. — Das wässerige Ammoniak muss sich ohne Rückstand verflüchtigen, sonst enthält es feuerfeste Beymischungen. Es darf mit Säuren gesättigt nicht aufbrausen, sonst enthält es Carbonsäure. Ein weisser Niederschlag durch azots. Silberoxyd zeigt Muriumsäure an.]

Das Ammoniak oder $\underline{A}\underline{H}^2\,\dot{\underline{H}}$ verbindet sich mit den Säurehydraten zu Salzen, und verhält sich also hierin wie die Hydrate der Alkalien oder Oxyde; obwohl seine eigene Grundlage nicht ein Oxyd ist. Es ist in dieser Beziehung in so fern merkwürdig, als es zuerst als eine Salzbasis solcher Art erkannt wurde. In seiner Verbindungsverwandtschaft steht es indessen den stärkern Basen nach. Dass man in neuerer Zeit auf mehrere ähnliche Körper zu schliessen berechtiget ist, wird sich weiterhin noch (bey Carbonhydroid) ergeben.

γ) Zersetzung des Ammoniaks: *a*) Wenn das Gas durch glühende Porzellanröhren geleitet wird, die mit Porzellanstücken oder Metallen gefüllt sind; wobey es in $\underline{H}$gas und $\underline{\dot{A}}$gas

zerfällt, und einige der eingelegten Metalle spröde, und gelb oder weiss werden; *b*) durch elektr. Funken in dieselben Gasarten; *c*) wenn es mit $\underline{O}$gas gemischt von elektr. Funken durchschlagen wird, nach Verhältniss, in $\dot{\underline{A}}$ und Wasser, oder auch azots. Ammoniakhydrat; ähnliche Resultate ergeben sich auch, wenn das Gemenge durch heisse Röhren getrieben wird; *d*) durch Kalium (s. Kaliumoxyd-Ammoniak); *e*) durch hoch oxydirte Säuren. Wenn das Gas der muriums. 6fach oxydirten Muriumsäure durch conc. wässeriges Ammoniak getrieben wird, so entzündet sich jede aus der Fl. austretende Gasblase mit gefahrlosem Geräusch, indem das Ammoniakhydrat in $\dot{\underline{A}}$ und Wasser zerfällt u. s. w. und Muriumsäurehydrat entstehet.

δ) Anwendung: In der *Medicin* als *Reagens*; zur *Vertilgung durch Säure erzeugter Flecken* auf gefärbten Stoffen; und als *Schutzmittel gegen den Einfluss saurer Dämpfe*.

[Von den Versuchen, aus welchen man geschlossen hat, dass das Ammoniak ein Metalloxyd sey, wird weiter unten (B. II. unter Mercur-Hydrogen) die Rede seyn.]

2) Von den muthmasslichen Verbindungen des $\underline{A}\underline{H}^2$ wird noch weiterhin (vorzüglich in B. II., unter Kaliumoxyd mit Azothydroidul, und B. III. bey den azothältigen org. Substanzen) das Wahrscheinliche vorkommen.

IV. Verbindungen des Azots auf der 4. Stufe der Zusammensetzung.

§. 474. Auf dieser Stufe der Zusammensetzung finden wir vor allem mehrere sogenannte Hydratsalze und Doppelsalze des Azotoxyduls, der unterazotigten- und der Azotsäure, die weiterhin bey ihren nähern Bestandtheilen vorkommen werden. Wir finden ferner einige Ammoniaksalze.

1. *Verbindungen des Ammoniaks.*

§. 475. Das Ammoniak $= \underline{A}\underline{H}^2\dot{\underline{H}}$, vereinigt sich mit gleich hoch zusammengesetzten Substanzen zu eigenthümlichen

Verbindungen, die sich in die Reihe der Hydratsalze stellen (§. 442).

Mit den Säurehydraten erzeugt es die *Ammoniaksalze*, welche — jene wenigen Fälle, wo sie bey complicirten Processen entstehen, ausgenommen — immer durch Sättigung des reinen oder durch Zersetzung des carbons. Ammoniakhydrats mittelst Säurehydraten erzeugt werden. — Diese Salze sind im Wasser meistens leicht auflöslich, besitzen meistens einen stechenden urinösen Geschmack, und sind zur Bildung höherer Zusammensetzungen sehr geneigt. — Durch Hitze werden sie entweder zersetzt oder verflüchtiget. Mit feuerfesten Alkalien zusammengerieben, entlassen sie Ammoniakgas.

Mit vielen Metalloxydhydraten insbesondere vereinigt sich das Ammoniak zu Verbindungen, die theils den Ammoniaksalzen analog, und wie diese zur Erzeugung höherer Verbindungen geneigt, theils aber auch von solcher Beschaffenheit sind, dass sie leicht explodiren.

Das Ammoniak kommt endlich ohne Zweifel auch in vielen org. Körpern als solches vor (s. B. III.).

Alle diese Verbindungen werden in der Folge bey ihren nähern Bestandtheilen angedeutet werden, während hier nur die folgenden, mit den bereits abgehandelten Azotoxyden erzeugten, anzuführen sind.

1) Das *unterazotigts. Ammoniakhydrat* entstehet durch Zersetzung des unterazotigts. Bleyoxydes mittelst schwefels. Ammoniak. Das wasserhältige Salz krystallisirt undeutlich (*Gilb.* Ann. XL. 206. *M.* Handb. II. 420).

2) Das *azotsaure Ammoniakhydrat* (*salpetersaure Ammoniak*, *Nitrum flammans*, *Nitrum fulminans*, *Ammoniacum nitricum*) $= \underline{A}\underline{H}^2\,\dot{\underline{H}} + \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{A}}\dot{\underline{H}} = 1003{,}990 = (21{,}362$ $\underline{A}\underline{H}^2\,\dot{\underline{H}} + 78{,}638\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{A}}\dot{\underline{H}})$, im Wege doppelter Wahlverwandtschaft oder durch Sättigung der verdünnten Azotsäure mit Ammoniak und Erkalten der abgedampften Fl. erzeugt, krystallisirt in 6seitigen biegsamen Nadeln oder Fasern,

schmeckt scharf und bitter, ist in 1 Th. heissen und 2 Th. kalten Wassers auflöslich, zerfliesst an der Luft, verpufft auf glühenden Kohlen, wird durch stärkere Säuren und Basen unter Ausscheidung des andern Bestandtheils zersetzt, und zerfällt insbesondere beym Erhitzen bis zu 250° C. gänzlich in Wasser und Azotoxydulgas, bey höherer Temperatur hingegen in $\underline{\dot{A}}$gas, $\underline{\overset{\therefore}{A}}$, Wasser und unterazotigts. Ammoniakhydrat, oder auch in $\underline{\dot{A}}$, $\underline{\overset{\therefore}{A}}$, $\underline{\overset{:::}{A}}$, und Wasser.

V. Höhere Verbindungen des Azots.

§. 476. Diese finden sich in seltenen Beyspielen, wohl auch in der unorganischen, viel häufiger aber in den Erzeugnissen der organischen Natur, und werden, so weit als es bey ihrer noch sehr oberflächlichen Erforschung möglich ist, am gehörigen Orte vorkommen.

Fünftes Kapitel.

Fluor.

§. 477. Das *Fluor* (der *Flusssäurestoff*, *Fluorum*, *Fluoricum*) = F, ist ein eigenthümlicher Stoff, welcher nur in geringer Menge in der Natur vorkommt, und zwar in den sogenannten flusssauren Salzen als Substrat ihrer Säure, und eben so in mehrern fossilen Körpern, in dem Schmelz der Zähne, in den Knochen und im Harn der Thiere. — Dieser Stoff ist isolirt nicht dargestellt, und nur aus dem Verhalten seiner Verbindungen erschlossen.

I. Verbindungen des Fluors auf der 1. Stufe der Zusammensetzung.

§. 478. Das *Fluor* (*=aräoid*), = $\underline{F}$ = 33,800, auf dieser Stufe der Zusammensetzung, ist gleichfalls noch nicht isolirt dargestellt, sondern nur aus seinen Verbindungen erschlossen.

II. Verbindungen des Fluors auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.

§. 479. An Verbindungen des Fluors auf dieser Stufe der Zusammensetzung kennen wir nur noch eine einzige, nähmlich die *Fluorsäure* (*Flusssäure*, *Flussspathsäure*, *Phlorinsäure*, *Acidum fluoricum*), und selbst diese ist isolirt noch nicht dargestellt, sondern nur aus ihren Verbindungen nach der Analogie anderer Säuren erschlossen worden. Eben aus dieser Quelle hat man aber auch nach den Gesetzen der chem. Aequivalenz gefolgert, dass dieselbe = $\dot{\underline{F}}$ = 133,800 sey, und 25,262 $\underline{F}$ und 74,738 $\underline{O}$ enthalte.

Alle Versuche, die Fluorsäure zu zersetzen, sind bisher gänzlich misslungen; ein Beweis, dass die Verwandtschaft, durch welche sie bestehet, stärker ist als alle jene Kräfte, durch welche die Zersetzung versucht worden ist.

III. Verbindungen des Fluors auf der 3. Stufe der Zusammensetzung.

§. 480. Da wir auf der 2. Stufe der Zusammensetzung nur eine Verbindung des $\underline{F}$ mit dem $\underline{O}$, nähmlich die $\dot{\underline{F}}$ kennen, so kann folglich auch nur die Rede seyn von den

1. *Verbindungen der Fluorsäure.*

§. 481. Die Fluorsäure verbindet sich sowohl mit andern Säuren zu Doppelsäuren, als mit Salzbasen zu eigenthümlichen Salzen, den *fluorsauren Salzen* (*flussspathsaure Salze*, *Salia fluorica*), (hydrofluorsaure Salze, Salia hydrofluorica), und nicht minder mit Wasser und einigen andern gleich hoch zusammengesetzten Substanzen, wobey sie eine Sättigungscapacität = 40,6 bewährt. — Die fluorsauren Salze insbesondere entstehen: *a*) durch unmittelbare Verbindung; *b*) durch Behandlung der Metalle mit wässeriger Fluorsäure, indem das Metall auf Kosten des Wassers unter Entbindung von Hydrogengas, oxydirt, und dann mit der Säure verbunden wird; *c*) im Wege einfacher und

doppelter Wahlverwandtschaft. — Diese Salze sehen aus wie andere Salze. Viele derselben sind im Wasser auflöslich, viele nicht. Einige sind nur im flüssigen Zustande darstellbar, und einige nur im sauren. Einige sind zur Erzeugung von *Doppelsalzen* geneigt. — Sie werden nicht zersetzt durch Glühen für sich und mit Kohle, weil das Fluor dem Oxygen näher verwandt ist als die Kohle. — Zersetzt werden sie dagegen α) durch Glühen in Berührung mit Wasserdampf, wobey $\dot{F}\underline{H}$ entweichet und das Oxyd im Rückstande bleibt; β) durch stärker verwandte wässerige Säuren, wobey wieder $\dot{F}\underline{H}$ ausgeschieden wird; γ) durch hochoxydirte Säuren, wie muriumsaure 6fach oxydirte Muriumsäure, welche, auf Muriumsäure desoxydirt, mit den Basen verbunden wird, während Ogas und $\dot{F}\underline{H}$ davon gehet; δ) durch doppelte Wahlverwandtschaft.

Verbindungen dieser Art im Einzelnen sind folgende:

1) *Fluorsäure mit Wasser*, das *Fluorsäurehydrat*, *fluorsaures Hydrogenoxyd* (die conc. *wässerige Flusssäure*, *Acidum fluoricum concentratum*), (Hydrofluorsäure, Acidum hydrofluoricum) $= \underline{H}\dot{F} = 246{,}280 = (45{,}672\,\underline{H} + 54{,}328\,\dot{F})$, wurde von *Gay-Lussac* und *Thenard* dargestellt.

[Fast alle Chemiker der neuern Zeit haben sich durch die Analogie der Flusssäure mit der späterhin vorkommenden Muriumsäure bewogen gefunden, dieselbe für eine Verbindung aus F und H anzusehen, also für eine Säure die kein O, sondern an die Stelle desselben H enthält (§. 398). In dieser Beziehung ist dieselbe sodann auch Hydrofluorsäure, Fluorwasserstoffsäure, Acidum hydrofluoricum genannt worden (vergl. §. 497). Dieser Ansicht gemäss müssten dann auch alle ihre Verbindungen etwas anders seyn, als nach den hier befolgten Ansichten. Um nun solche Unterschiede scharf zu bezeichnen, werden in der Folge alle der gedachten Ansicht entsprechende Benennungen, wie hier, durch kleinere Schrift ausgezeichnet werden.

Pauli in Dresden wendete diese Säure, ohne sie zu kennen, schon 1625 zum Aetzen des Glases an. *Scheele* schied sie 1771 aus dem Flussspath ab. *Berzelius* hat sie 1823 weiter untersucht.]

α) Darstellung: 1 Th. gepulvertes siliciumfreyes fluorsaures Calciumoxyd (Flussspath) wird mit 2 Th. conc. deutscher Schwefelsäure in einer bleyernen Retorte erhitzt, und das Destillat in einem nicht verklebten bleyernen sorgsältig erkälteten *Woulfe'schen* Apparate, dessen letzte Flasche etwas Wasser enthält, gesammelt. Im Rückstande bleibt schwefelsaures Calciumoxyd.

[Enthält der Flussspath auch Siliciumoxyd, so ist die übergegangene Säure damit verunreiniget. Man kann dasselbe jedoch mit fluorsaurem Kaliumoxyd, mit dem es ein unauflösliches Doppelsalz bildet, heraus fällen. — Am reinsten erhält man diese Säure durch Zersetzung des fluorsauren Ammoniaks. — Mit übergegangene Schwefelsäure lässt sich durch Bariumoxydwasser fällen. Die Säure kann nur in Gefässen von Bley, Silber, Gold, oder am besten Platin, aufbewahrt werden; weil sie das Glas heftig angreift. Mit Wachs überzogene Gläser können bey verdünnter Säure gleichfalls dienen.]

β) Eigenschaften: Das Flusssäurehydrat erscheint bey 17 bis 18° C. als gasförmige Flüssigkeit, *fluorsaures Gas*, von eigenthümlichem scharfem Geruch und unerträglichem Geschmack, ist höchst gefährlich beym Einathmen, und zerstört schnell die Haut. Unter + 15° C. wird dasselbe zur wasserhellen tropfbaren dicklichen Flüssigkeit verdichtet, welche (nach *Davy*) 1,0609 Dichtheit besitzt, bey — 20° C. noch nicht gefriert, beständig gasförmiges Hydrat ausstösst, das Lakmus stark röthet, und schon in kleinen Tropfen, oder auch nur bey längerer Einwirkung der Dämpfe, die Haut und selbst die Nägel so heftig zerstört, dass überaus schmerzhafte, schwerheilende Geschwüre entstehen.

Es scheint aber auch ein *zweytes Hydrat* dieser Säure zu existiren, denn wenn das erste Hydrat mit wenig Wasser vermischt wird, so entstehet unter starker Wärmeentbindung eine Flüssigkeit, welche schon bey + 17° C. tropfbar erscheint und deren Dichtheit bis 1,25 gesteigert ist. — Giesset man die conc. Fl. in Wasser, so erfolgt heftiges Zischen, indem die *verdünnte wässerige Fluorsäure* entstehet.

γ) Zersetzung: Da die $\dot{\underline{F}}$ eben so wenig isolirt bestehen kann, als die Azotsäure, und da sie überdem selbst mit den bisher versuchten Mitteln nicht zersetzbar ist; so ist es klar, dass auch ihr Hydrat nur in dem Falle zersetzt werden kann, wenn irgend ein Körper dargebothen wird, welcher sich mit der Säure zu verbinden fähig ist. Solche Körper sind nun vorzüglich die Oxyde, die mit der $\dot{\underline{F}}$ solche Salze bilden, welche auch ohne Wasser bestehen können, z.B. das Calciumoxyd, worauf sich das Wasser durch Hitze entfernen lässt.

δ) Anwendung: Die auszeichnendste Eigenschaft der $\dot{\underline{F}}$ ergibt sich in dem Umstande, dass das Hydrat derselben sowohl in Gasform als in tropfbarer Gestalt das Siliciumoxyd, welches von allen andern Säuren nicht angegriffen wird, sehr begierig auflöset; so zwar, dass dasselbe eben darum gläserne Gefässe schnell durchfrisst, und mithin darin nicht bearbeitet werden darf. — Auf diese Eigenschaft gründet sich daher auch eine sehr nützliche Anwendung dieses Körpers in der *analytischen Chemie*, und zur Aetzung *auf Glas*.

[In der analytischen Chemie werden Körper, in welchen man Siliciumoxyd vermuthet, mit etwas Fluorsäurehydrat, oder mit einem Gemenge von reinem fluors. Salze und Schwefelsäure erhitzt; wobey das fluorsaure Gas entbunden wird, und wenn Siliciumoxyd vorhanden war, auch dieses mitnimmt, so dass es dann durch Basen abgeschieden werden kann.

Zur *Aetzung auf Glas* werden die Gläser zuerst mit Aetzgrund bedeckt, dann die beliebigen Zeichnungen, Schriften u. dgl. ausradirt, und entweder dem wässerigen oder dem gasförmigen Fluorsäurehydrate so lange ausgesetzt, bis die Aetzung tief genug gegriffen hat.]

2) Die übrigen fluorsauren Verbindungen kommen bey ihren nähern Bestandtheilen weiterhin vor.

IV. Verbindungen des Fluors auf der 4. Stufe der Zusammensetzung.

§. 482. Es finden sich auf dieser Stufe eine Reihe von

Doppelsalzen und Hydratsalzen der Fluorsäure, die weiterhin bey ihren nähern Bestandtheilen noch vorkommen werden; während hier nur die Verbindung mit dem bereits abgehandelten Ammoniak anzuführen ist.

1) Das *fluorsaure Ammoniakhydrat* entstehet durch unmittelbare Verbindung, und das *neutrale* Salz lässt sich durch Abdampfen nur schwierig krystallisiren; weil es sehr leicht Ammoniak verliert, und in *saures Salz* übergeht. — Es lässt sich in der Hitze verflüchtigen, und wird zersetzt: *a*) durch Kalium in der Glühhitze, indem fluorsaures Kaliumoxyd entsteht, und Hydrogen entweicht; *b*) durch Erhitzung mit Glas, wobey Ammoniak entweichet, und ein 3faches Salz entstehet; *c*) durch stärkere Säuren und Basen (§. 481).

V. Noch höhere Verbindungen des Fluors.

§. 483. Kommen in der Folge gehörigen Ortes vor.

Sechstes Kapitel.

Murium.

§. 484. Das *Murium* (der *Salzsäurestoff*, *Muriaticum* nach *Berz.*) = M, ist ein eigenthümlicher Stoff, welcher in ziemlicher Menge, und zwar als Säuresubstrat in den muriums. Salzen, und insbesondere in dem sogenannten Küchensalze, und in so fern solche Salze in allen Reichen der Natur angetroffen werden, in sehr vielen Körpern vorkommt. Es ist isolirt noch nicht dargestellt, und nur aus dem Verhalten seiner Verbindungen erschlossen.

I. Verbindungen des Muriums auf der 1. Stufe der Zusammensetzung.

§. 485. Das *Murium* (*, aräoid*) = $\underline{M}$ = 142,65, auf dieser Stufe der Zusammensetzung, ist gleichfalls nur aus seinen Verbindungen erschlossen, weil es isolirt noch nicht hat dargestellt werden können.

II. Verbindungen des Muriums auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Muriums mit Oxygen.*

§. 486. Verbindungen des Muriums mit dem Oxygen wird man durch die vorliegenden Erfahrungen veranlasset fünfe anzunehmen, nähmlich mit 2, 4, 6, 8 und 10 At. O gegen 1 At. M. Diese Verbindungen heissen: *Muriumsäure*, *2fach oxydirte Muriumsäure*, *4fach oxydirte Muriumsäure*, *6fach oxydirte Muriumsäure* und *8fach oxydirte Muriumsäure;* und sie zeigen mit den Oxyden des Azots in so fern grosse Analogie: als sie sehr zur Gasform tendiren; als zwey derselben eine Doppelsäure bilden; als sie ferner zum Theil isolirt, zum Theil aber nur in Verbindung mit andern Körpern darstellbar sind; und als endlich das niedrigste Oxyd unter denselben nicht zersetzbar ist.

[Merkwürdig bey diesen Verbindungen ist der gegen die stöchiometrischen Gesetze der Multipeln (§. 18) verstossende Sprung in den Oxydationsstufen von 2 auf 4, 6, 8 und 10 At. Oxygen, und es ist wahrscheinlich, dass sich hierbey noch eine Berichtigung ergeben wird. Die wiederholte Untersuchung, vorzüglich der höheren Oxyde des M, ist also in hohem Grade wünschenswerth und vierdienstlich. Vielleicht findet man dereinst, dass die Atomzahl des M auf die Hälfte herabzusetzen ist. — Vielleicht auch ergibt es sich, dass das M nur 3 Oxydationsstufen hat; so zwar, dass die sogenannte 2- und 4fach oxydirte Muriumsäure nur Doppelsäuren aus den übrigen, und insbesondere die 6- und 8fach oxyd. Muriumsäure, unmittelbar auf die Muriumsäure folgend, in ihren Atomzahlen auf die Hälfte herabzusetzen sind.]

a) Muriumsäure.

§. 487. Die *Muriumsäure* (*Salzsäure*, *Acidum muriaticum*) = $\ddot{M}$ = 342,65 = (41,63 M + 58,37 O) ist isolirt noch nicht dargestellt, sondern nur aus ihren Verbindungen nach den Gesetzen der chemischen Aequivalenz erschlossen worden. Auch sind alle Versuche zu ihrer Zersetzung bisher ohne zweifelfreyen Erfolg gewesen (vergl.

§. 496, 2, γ, die letzte Note). Sie ist sehr geneigt, mit andern gleich hoch zusammengesetzten Körpern Verbindungen einzugehen (s. §. 494).

b) Zweyfach oxydirte Muriumsäure.

§. 488. Die *zweyfach oxydirte Muriumsäure* (2fach oxyd. Salzsäure, *Superoxydum muriaticum*, *Berz.*) (Euchlorine, Chloroxydulgas, Gas chlorum oxydulatum) = $\ddot{\underline{M}}$ = 542,650 = (26,288 $\underline{M}$ + 73,712 $\underline{O}$), wurde von *Davy* 1811 entdeckt, nachdem sie *Chenevix* bereits früher wahrgenommen hatte. In der Natur kommt sie nicht vor.

α) Darstellung: 1 Th. 6fach oxydirt-muriumsaures Kaliumoxyd wird in einer kleinen Retorte mit einer Mischung aus 2 Th. verdünnter wässeriger Muriumsäure und 2 Th. Wassers übergossen, bey gelinder Wärme destillirt, und das übergehende Gas über Mercur aufgefangen.

[Es wird hierbey von der Muriumsäure das Kaliumoxyd gebunden, und die frey werdende 6fach oxyd. Muriumsäure zerfällt sogleich in ein Gemenge aus 2fach oxyd. Muriumsäure und einer Verbindung aus Muriumsäure und 6fach oxyd. Muriumsäure, die beyde gasförmig übergehen. Man schüttelt hierauf das Gas behuthsam mit Mercur, wodurch dieses die letzterwähnte Doppelsäure absorbirt.

Es ist rathsam, wegen der grossen Gefahr einer Explosion, diesen Versuch mit eiserner Maske vorzunehmen, und nur mit einigen Granen zu arbeiten. — Diese Säure entsteht oft auch zufällig beym Zusammentreffen der conc. Azot- und Muriumsäure.]

β) Eigenschaften: Dunkelgrünlichgelbes Gas, welches (die der atm. Luft = 1) eine Dichtheit = 2,4015 (nach *Thomson*), 2,381 (nach *Thenard*) besitzt, eigenthümlich stechend und erstickend, und etwas nach gebranntem Zucker riechet, die blauen Pflanzenfarben schnell röthet und zerstört, zum Athemholen nicht tauget, aber das Verbrennen einiger Körper unterhält. Es wird mit dem 8fachen Vol. vom Wasser absorbirt, und bildet damit eine scharfe säuerliche gelbe Flüssigkeit. Es ist kaum zu Verbindungen geneigt (§. 494, 3).

γ) Zersetzung: 100 Vol. explodiren mit heftigem Knalle bey + 40° C., oft schon in der Handwärme, indem sie in 80 Vol. muriumsaure 6fach oxyd. Muriumsäure, und 40 Vol. O̲gas übergehen. Mit Hydrogengas gemengt und entzündet, bildet dieses Gas Muriumsäurehydrat und Wasser. — Mit Muriumsäurehydrat gemischt, entstehet Wasser und muriumsaure 6fach oxyd. Muriumsäure. — Entzündeter Phosphor, Schwefel und Kohle in höherer Temperatur, sogar Metalle, brennen darin lebhaft fort, indem sie sich auf Kosten des Gases oxydiren, und muriumsaure Verbindungen erzeugen.

c) Vierfach oxydirte Muriumsäure.

§. 489. Die *4fach oxydirte Muriumsäure* (*4fach oxydirte Salzsäure, Acidum oxymuriatosum*) (Chloroxydgas, chlorige Säure, Gas chlorum oxydatum, Acidum chlorosum) = $\dddot{\underline{M}}$ = 742,650 = (19,208 M̲ + 80,792 O̲), wurde, nachdem sie *Chenevix* bereits früher wahrgenommen hatte, von *Stadion* und *Davy* 1816 entdeckt, und kommt in der Natur nicht vor.

α) Darstellung: 1 Th. 6fach oxyd. muriums. Kaliumoxyd wird vorher geschmolzen, und nach dem Erkalten mit 3 ½ Th. conc. Schwefelsäure (nach *Gay-Lussac* auch ½ Th. Wasser) übergossen, und sehr vorsichtig bis höchstens + 65° C. erhitzt, das übergehende Gas aber über Mercur aufgefangen.

[Es entsteht schwefels. Kaliumoxyd, und die frey werdende 6fach oxyd. Muriumsäure zerfällt in 4- und 8fach oxyd. Muriumsäure, und ein geringer Antheil auch in muriums. 6fach oxyd. Muriumsäure und Oxygengas. Die 8fach oxyd. Säure verbindet sich aber mit Kaliumoxyd zum Salze, und die Doppelsäure bildet mit dem Mercur muriumsaures und 6fach oxyd. muriums. Mercuroxydul, so dass zuletzt das Gas der 4fach oxyd. Säure höchstens etwas Oxygengas enthält. — Es ist auch hier rathsam, mit wenigen Granen und maskirt zu arbeiten (§. 488).]

β) Eigenschaften: Gasförmige Flüssigkeit in der Dichtheit

(d. d. atm. Luft = 1) = 2,7, ist intensiver gelb als die $\overset{::}{\underline{M}}$, bey — 18° C. und starkem Drucke nach *Faraday* zur tropfbaren gelben Flüssigkeit verdichtbar, eigenthümlich erstickend, aber nicht wie $\overset{::}{\underline{M}}$, riechend, und von ätzendem Geschmacke. Diese Säure röthet, und zerstört schnell die feuchten, nicht die trocknen blauen Pflanzenpigmente. Sie wird mit dem 7fachen Vol. vom Wasser absorbirt, eine ätzend nicht sauer schmeckende hochgelbe Flüssigkeit bildend. Sie zeigt kaum eine Neigung zu energischen Verbindungen (s. §. 495). —

γ) Zersetzung: Die $\overset{:::}{\underline{M}}$ explodirt mit heftigem Knalle und Lichterscheinung durch Erhitzung bis zu + 95 — 100° C., durch elektr. Funken, und oft schon durch Schütteln mit Mercur; indem 3 Vol. derselben in 2 Vol. muriums. 6fach oxyd. Muriumsäure und 3 Vol. $\underset{\smile}{O}$gas zerfallen. — Mit Hydrogengas gemengt, detonirt dieses Gas durch elekt. Funken in $\dot{\underline{M}}\underline{H}$ und $\dot{\underline{H}}$ übergehend. — Phosphor und Schwefel explodiren damit. — Mit Alkalien zerfällt es in muriums. und 6fach oxyd. muriums. Salze. — Die wäss. Auflösung zerfällt bey Einwirkung des Lichtes in 6fach oxyd. Muriumsäure und muriums. 6fach oxyd. Muriumsäure.

d) Sechsfach oxydirte Muriumsäure.

§. 490. Die *6fach oxyd. Muriumsäure* (*6fach oxyd. Salzsäure*, *überoxydirte Salzsäure*) (*Acidum muriaticum hyperoxygenatum*, *Acidum oxymuriaticum*) (Chlorsäure, Acidum chloricum) = $\overset{:::}{\underline{M}}$ = 942,650 = (15,133 $\underline{M}$ + 84,867 $\underset{\smile}{O}$) ist isolirt noch nicht dargestellt worden, indem sie, wie die Azotsäure, nur in Verbindung mit andern Körpern existiren kann. Sie bildet mit Basen eigenthümliche Salze (§. 496).

e) Achtfach oxydirte Muriumsäure.

§. 491. Die *8fach oxyd. Muriumsäure* (*8fach oxyd. Salzsäure*, *Acidum hyperoxymuriaticum*) (oxydirte Chlor-

säure, Acidum oxychloricum) = $\underset{-}{\overset{:::::}{M}}$ = 1142 = (12,484 $\underline{M}$ + 87,516 $\underline{O}$) ist isolirt noch nicht dargestellt worden; wahrscheinlich, weil sie ebenfalls nur in Verbindung mit andern Körpern bestehen kann. Sie gehet höhere Verbindungen ein (§. 497).

2. *Verbindungen des Muriums mit andern Stoffen.*

§. 492. Sind zur Zeit nicht bekannt.

III. Verbindungen des Muriums auf der 3. Stufe der Zusammensetzung.

§. 493. Wir finden hier, weil sich das $\underline{M}$ nach dem bisherigen Wissen nur mit dem $\underline{O}$ verbindet, auch nur die Verbindungen dieser Oxyde.

1. *Verbindungen der Muriumsäure.*

§. 494. Die $\underline{\ddot{M}}$ verbindet sich durch sehr starke Verwandtschaft mit vielen gleich hoch zusammengesetzten Körpern, sowohl unorganischer, als organischer Abkunft, und zeiget dabey eine Sättigungscapacität = 29,19. —

Die Verbindungen mit den Basen insbesondere, die *muriumsauren Salze* (*salzsauren Salze*, *Salia muriatica*) (hydrochlorsaure Salze, Salia hydrochlorica, Hydrochloreta, und im wasserfreyen Zustande gedacht, *Chlormetalle*, Chloride, und Chlorüre, Chloreta) entstehen *a*) durch Sättigung der wäss. $\underline{\ddot{M}}$ mit Basen; *b*) durch dopp. Wahlverwandtschaft; *c*) durch Behandlung der Metalle mit wäss. $\underline{\ddot{M}}$, indem die ersteren auf Kosten des Wassers unter Hydrogengasentbindung oxydirt, und dann mit der $\underline{\ddot{M}}$ verbunden werden; *d*) durch Behandlung der Metalle mit den höheren Oxyden des Muriums, wobey diese auf $\underline{\ddot{M}}$ desoxydirt, und die Metalle eben dadurch oxydirt werden u. s. w. (§. 496, 2, γ).

Diese Salze sind grösstentheils fest, zum Theil aber auch flüssig (*Metallbuttern*), und einige zwar fest, aber halb durchsichtig (*Hornmetalle*). Sie sind fast alle krystallisirbar, enthalten zum Theil Wasser, zum Theil nicht, und kom-

men grösstentheils im neutralen, seltener im sauren oder bas. Zustande vor. Die neutralen Salze der Metalloidoxyde sind alle im Wasser auflöslich, einige auch im Weingeist, die der Metalloxyde hingegen oft fast ganz unauflöslich, und einige von metallischem Ansehen und gefärbt. — In der Hitze schmelzen sie fast alle, mehrere werden verflüchtigt. —

Diese Salze können — da die $\ddot{\underline{M}}$ weder zersetzbar ist, noch für sich allein bestehen kann — nur zersetzt werden, wenn die Gelegenheit gegeben ist, dass sich die $\ddot{\underline{M}}$ entweder mit einem andern Körper verbinden, oder höher oxydirt werden kann.

Enthalten diese wasserfreyen Salze Oxyde, in welchen das $\underline{O}$ nur schwach gebunden ist, so werden sie durch Hitze dergestalt zerlegt, dass die Grundlage des Oxydes metallisch zurückbleibt, während das $\underline{O}$ mit der Muriumsäure die muriums. 6fach oxyd. Muriumsäure erzeugt (z. B. das muriums. Gold- und Platinoxyd). — Ist hingegen das Oxygen stärker gebunden, so sind solche Salze durch Hitze auf keine Weise zu zersetzen (wie z. B. die Salze des Kalium- und Sodiumoxydes): selbst dann nicht, wenn sie mit Oxyden, die ihr Oxygen gleichfalls festhalten, als: mit wasserfreyer Kohle, mit Siliciumoxyd, Alumiumoxyd, mit verglaster Boronsäure, mit verglastem saurem phosphors. Calciumoxyde u. s. w., geglüht werden. Verwendet man jedoch leicht zersetzbare Oxyde, so geben diese Oxygen ab, und es kann sodann die Zersetzung erfolgen. So zerfällt z. B. glühendes muriums. Sodiumoxyd, wenn es von den Dämpfen der trockenen Schwefelsäure bestrichen wird, damit in schwefels. Sodiumoxyd, schwefligte Säure und muriums. 6fach oxyd. Muriumsäure. Muriums. Sodiumoxyd mit Azotsäure behandelt, gibt schon in gemeiner Temperatur azots. Sodiumoxyd und muriums. 6fach oxyd. Muriumsäure. Einige wenige dieser Salze werden wohl auch durch Glühen für sich in Oxyd und Muriumdoppelsäure

zersetzt, wenn die Berührung mit der Luft gegeben ist, und also Oxygen absorbirt werden kann (z. B. das Mangansalz).

Sind hingegen diese Salze wasserhaltig, oder wird mit den einwirkenden Agentien auch zugleich Wasser dargebothen; so erfolgt die Zersetzung ohne Anstand, weil nun die freywerdende Muriumsäure Hydrat werden kann. Selbst die festesten werden daher zersetzt, wenn man, indem sie mit Kohle, oder den gedachten Oxyden und Säuren geglüht werden, Wasserdampf hinzuströmen lässt, und zerfallen im ersten Falle in Muriumsäurehydrat, Carbonsäure, oder untercarbonige Säure und Metall, im zweyten hingegen in Muriumsäurehydrat und neue Verbindungen des Oxydes mit den einwirkenden Agentien. — Einige dieser Salze entlassen, wenn sie wasserhaltig sind, schon bey schwacher Hitze einen Theil der Säure, z. B. das muriums. Alumium- und Magniumoxyd. — Alle werden sie durch stärkere wäss. Säuren, z. B. durch Schwefelsäure, unter Entweichung von Muriumsäurehydrat zersetzt; mit Ausnahme jedoch des muriums. Silberoxydes, welches nicht zersetzt wird; weil dem Silberoxyde die Muriumsäure am nächsten verwandt ist: daher denn auch die Muriumsäure und ihre Salze als *Reagentien auf Silberoxyd* dienen, und das azots. Silberoxyd als *Reagens auf Muriumsäure* verwendet wird; indem das muriums. Silberoxyd als fast unauflöslicher Niederschlag erscheint. — Es folgen die einzelnen Verbindungen der Muriumsäure.

1) Das *Muriumsäurehydrat*, *muriums. Hydrogenoxyd* (*Salzsäuregas*, *Murias hydricus*, *Acidum muriaticum*) (Hydrochlorsäure, Acidum hydrochloricum) $= \underline{\dot{H}}\underline{\ddot{M}} = 455{,}130$ $= (24{,}714\ \underline{\dot{H}} + 75{,}286\ \underline{\ddot{M}})$ wurde zuerst (1774) von *Pristley* dargestellt, in neuerer Zeit aber vorzüglich von *Gay-Lussac*, *Davy*, *Thenard* und *Berzelius* näher untersucht. Es kommt im freyen Zustande nur als Ausdünstung einiger Wässer in der Nähe von Vulkanen vor.

α) Darstellung: 100 Th. muriums. Sodiumoxyd = $\ddot{\underline{N}}a\,\ddot{\underline{M}}^2$ werden in einer tub. Retorte mit 84 Th. conc. Schwefelsäure = $(\dot{H}\,\dddot{S})^2$ übergossen, und im Sandbade allmählich steigend erhitzt. Dabey entsteht im Rückstande $\underline{N}a\,\dddot{S}^2$, während $(\underline{H}\dot{M})^2$ entbunden, und unter den nöthigen Vorsichten (§. 468, 1, *δ*) über Mercur aufgefangen wird. — Entsteht auch oft durch Zersetzung der höhern Oxyde des Muriums (s. weiter unten).

β) Eigenschaften: Farbloses Gas, dessen Dichtheit (d. d atm. Luft = 1) (nach *Berz.*) im Mittel = 1,269, das Lichtbrechungsvermögen hingegen (nach *Dulong*) = 1,527 erscheint. Es lässt sich (nach *Faraday*) durch starken Druck, und (nach *Thenard*) auch durch Erkältung bis — 40° C. zur tropfbaren Form verdichten, riechet scharf sauer und erstickend, wirket beym Einathmen tödtlich, schmeckt überaus sauer, röthet die blauen Pflanzenfarben, färbt thierische Theile nicht, ist nicht brennbar, und bringet andere brennende Körper mit grünlichem Lichte zum Erlöschen. An der Luft erzeugt es durch seine Verbindung mit Wasser weisse Nebel.

Dieses Gas hat sehr grosse Neigung mehr Wasser aufzunehmen, so, dass man wohl auf die Existenz eines zweyten Hydrates schliessen muss. Wird das Gas mit Eis zusammen gebracht, so erfolgt schnelle Absorption desselben, indem das Eis schmilzt. Leitet man das Gas bey seiner Entbindung (*α*) durch Wasser, welches in einigen *Woulfe'schen* Vorlagen vertheilt ist, so absorbirt dieses bey 0° C. sein 480faches Vol. vom Gas (bey 20° C. das 464fache, oder 42,4 pCt. seines Gewichtes), und stellet damit die *concentrirte wässerige Muriumsäure* (*rauchende Salzsäure*, *rauchender Salzgeist*, *Spiritus salis fumans*, *Acidum salis fumans*, *Acidum muriaticum concentratum*) (conc. wässerige Hydrochlorsäure, *Acidum hydrochloricum conc.*) dar. Wird diese Fl. mit noch mehr Wasser vermischt, so entstehet die *verdünnte wässerige Muriumsäure* (*verdünnte*

Salzsäure, *Salzgeist*, *Acidum muriaticum dilutum*, *Spiritus salis acidus*) (verdünnte Hydrochlorsäure, Acidum hydrochloricum dilutum.)

[*Basilius Valentinus* wusste bereits diese wässerige Säure durch Destillation des Küchensalzes mit Eisenvitriol darzustellen. *Glauber* erzeugte (1652) die conc. Säure aus Küchensalz und conc. Schwefelsäure.

Die *Pharm. austr.* schreibt die Dichtheit der conc. Säure mit 1,200, die der verdünnten mit 1,070 vor. — Tabellen, um aus der Dichtheit auf die Menge der sauren Masse zu schliessen, findet man in *M.* Handb. II., 460. — Am besten erforscht man diese Masse durch Sättigung mit Alkali.]

Die wässerige Muriumsäure ist farblos, besitzt nach *Berzelius*, wenn sie bey 0° C. gegen 1 Vol. Wasser 480 Vol. Gas enthält, eine Dichtheit = 1,2109, stösst um so mehr gasförmiges Hydrat aus, je concentrirter sie ist, und bewirkt dadurch weisse Nebel. Sie riechet daher auch wie das Gas, schmeckt brennend sauer, kocht, wenn sie concentrirter ist, bey niedrigerer Temperatur als das Wasser, aber erst bey + 110° C., wenn sie bis zur Dichtheit von 1,094 verschwächt worden ist (wo sie dann auch unverändert überdestillirt) (*Dalton*). Sie zerstört nur im conc. Zustande die Haut und die Pflanzenfaser, und wirket auf die Pigmente wie das Gas.

Die käufliche Säure ist meistens gelb durch Beymischung organischer Theile, oder von etwas Eisenoxyd; oder sie enthält etwas Schwefelsäure, was sich durch muriums. Baryumoxyd mit weissem Niederschlage verräth; oder sie enthält mit übergespritztes Salz, was beym Verdampfen einer kleinen Menge als Rückstand sichtbar wird; oder sie enthält Selen, was nach wenigen Tagen als rothes Pulver niederfällt. — *Chemisch reine Muriumsäure* (*Acidum muriaticum purum*) erhält man, wenn die unreine Säure mit etwas muriums. Sodiumoxyd zusammengeschüttelt und gelinde überdestillirt wird.

Das Muriumsäurehydrat bildet höhere Verbindungen (§. 498).

γ) Zersetzung: Das $\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{M}}$ wird nur zersetzt, wenn zugleich die Möglichkeit gegeben ist, dass sich die $\ddot{\underline{M}}$ mit einem andern Körper verbinden kann, als: *a*) durch Metalle, welche auf Kosten des Hydratwassers unter Hydrogengasentbindung oxydirt, und dann mit der Säure verbunden werden; *b*) durch Metalloxyde, welche die Säure binden, und das Hydratwasser ausscheiden; *c*) durch elektr. Schläge, wobey das Hydrogen des Wassers entweicht, während das Oxygen mit einem Theile der Säure 6fachoxyd. Muriumsäure bildet, die sich mit dem übrigen Antheile zur Doppelsäure vereinigt (hatte man auch Oxygengas beygemischt, so entsteht statt dem Hydrogengas Wasser); *d*) durch Hyperoxyde (s. §. 496, 2). — Es wird dagegen nicht zersetzt durch Glühen für sich, oder mit Oxygengas, Kohle, Schwefel u. s. w.

δ) Anwendung: Das Gas dient als *Reagens auf Ammoniak;* weil beyde, wie sie sich treffen, zum festen Körper vereinigt werden, und dadurch weisse Nebel bilden. — Die wäss. Säure ist ein *Reagens auf Silber;* weil sie zum Silberoxyde die nächste Verwandtschaft hat, und es daher allen andern Verbindungen, ein weisses fast unauflösliches Pulver bildend, entzieht. — Sie dient uns ferner als *Arzneymittel*, und in denselben Beziehungen wie die Azotsäure auch in der *Technik;* weil sie mit den meisten Oxyden auflösliche Salze bildet. Die vorzüglichsten Dienste leistet sie aber durch ihre Unzersetzbarkeit dort, wo andere Säuren, eben wegen ihrer Zersetzbarkeit nicht anwendbar wären.

2) *Muriumsäure mit Azotoxydul.* Es scheinen in höheren Zusammensetzungen zwey Verbindungen zu existiren, eine $= \ddot{\underline{M}}\ddot{\underline{A}} = 619{,}686$, und eine $= \ddot{\underline{M}}\ddot{\underline{A}}^2 = 896{,}722$ (s. muriums. Carbonoxydul und -oxyd).

3) *Muriumsäure mit unterazotigter oder azotigter Säure:* Wenn man durch die wäss. Auflösung eines Ammoniaksalzes die muriums. 6fachoxyd. Muriumsäure durchstreichen lässt, so bildet sich ein besonderer Körper, welcher in

schweren Tröpfchen in der Flüssigkeit zu Boden sinket, und wegen seiner Gefährlichkeit unter der Auflösung aufbewahrt wird. — Diese Substanz wurde 1811 von *Dulong* entdeckt, und Chlorstickstoff (Chlorum azotatum) genannt. Die Bestandtheile derselben sind bis jetzt noch keineswegs sicher ausgemittelt; wenn sie aber jenem Nahmen und den bisherigen Angaben der Bestandtheile entsprechen, so müssten sie entweder $\underline{\ddddot{A}}\underline{\ddot{M}}^3$, oder $\dddot{A}\underline{\ddot{M}}^1$ seyn; oder noch wahrscheinlicher den Gesetzen entsprechend entweder $= \underline{\ddddot{A}}\underline{\ddot{M}}^4 = 1847{,}636$, oder $= \dddot{A}\underline{\ddot{M}}^5 = 2290{,}286$: wornach sie auch *muriums. unterazotigte* oder *azotigte Säure* heissen würde.

[Nach ihren Eigenschaften möchte man diese Substanz auch für eine Verbindung von $\underline{\ddot{M}}$ mit irgend einem Azotoxyde ansehen. Sollte sie aber — wie *Kirk* angibt — auch Hydrogen enthalten, so würde ihre Zusammensetzung noch eine andere seyn.]

Diese Substanz erscheint als öhlähnliche gelbe Fl., die nach *Davy* eine Dichtheit $= 1{,}653$ besitzt, bey -40^0 C. noch nicht gefriert, an der Luft schnell verdünstet, bey $+71^0$ C. überdestillirt, eigenthümlich durchdringend riechet, und scharf schmeckt. Sie ist im höchsten Grade gefährlich, und hat bis jetzt fast alle Expermentatoren beschädigt; weil sie durch mancherley noch nicht genau ermittelte Veranlassungen ungemein heftig explodirt, und dabey 2 Grane schon stärker knallen, als ein Flintenschuss.

[Sie explodirt auf solche Weise schon durch Erhitzung bis zu $+95^0$ C., aber auch durch alleinige Berührung mit Phosphor, Azotoxydgas, conc. wäss. Ammoniak, Kupferseife, Steinöhl, Terpenthinöhl, Baumöhl, Federharz, Myrrhen, feuchten Alkalien und den heterogensten Substanzen.

Langsam zersetzend wirken dagegen verdünntes wäss. Ammoniak, Mercur, Kupfer, rothes Bleyoxyd, Kobaltseife; indem Azotsuboxydulgas entweichet.

Gar nicht wirken, so viel bekannt ist, Zinn, Zink, Schwefel, Phosphorsäure, Schweinfett, Weingeist, Schellack u. s. w.

Conc. Muriumsäure zerfällt damit in muriums. Ammoniak und

muriums. 6fachoxyd. Muriumsäure. Mit Wasser zersetzt sie sich in: $\dot{\underline{A}}$, $\ddot{\underline{A}}$, $\dot{H}\dot{\underline{M}}$ und muriums. 6fachoxyd. Muriumsäure.

Ann. de chim. XLII, 200. — *Gilb.* Ann. XLIII, 439; XLVII, 43, 51, 56, 69; XLVIII, 326. — *Pogg.* Ann. XVII, 304.]

2. *Verbindungen der 4fachoxyd. Muriumsäure.*

§. 495. Wenn man muriums. 6fachoxyd. Muriumsäure $= \overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{M}}\,\underline{M}^5$, so lange in wäss. Alkalien (wäss. Kaliumoxydauflösung, oder Calciumoxydhydrat) leitet, bis die Flüssigkeit blaue Pflanzenfarben ausbleichet; so erhält man Mischungen, die von mehreren Chemikern für die Verbindungen der $\overset{\vdots\vdots}{\underline{M}}$ mit Alkalien (*4fachoxyd.-muriums. Salze*, *Salia muriatica oxygenata*) (chlorigsaure Salze, Chloralkalien, Salia chlorosa) angesehen werden, und denen man ausschliessend die bleichende Eigenschaft zuschreibt.— Es ist indessen viel wahrscheinlicher, dass bey dieser Gelegenheit nur eine Mischung von muriumsaurem und 6fachoxyd. muriums. Alkali entstehet; die aber eine bedeutende Menge der Muriumdoppelsäure $= \overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{M}}\,\underline{M}^5$ absorbirt. — Für diese Ansicht spricht eben die bleichende Eigenschaft, und der Geruch der freyen Doppelsäure (vergl. §. 496 und §. 496, 1, γ und ε); noch mehr aber der Umstand: dass solche Verbindungen, wenn ihre Wirkung auf Pigmente bereits consumirt worden ist, durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure wieder bleichend werden; weil hierbey wieder Muriumdoppelsäure entstehet.

3. *Verbindungen der 6fachoxyd. Muriumsäure.*

§. 496. Die $\overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{M}}$ verbindet sich mit gleich hoch zusammengesetzten Substanzen, und bildet mit den Basen insbesondere die *6fachoxydirt-muriumsauren Salze* (*6fachoxydirt-salzsaure Salze*, *überoxydirt-salzsaure Salze*, *Salia muriatica hyperoxygenata*, *Salia oxymuriatica*) (chlorsaure Salze, Salia chlorica), wobey ihre Sättigungscapacität = 10,61 ist.

Diese von *Berthollet* 1786 entdeckten Salze werden

erzeugt: *a*) durch unmittelbare Verbindung; *b*) durch Behandlung einiger Metalle, wie Zink und Eisen, mit der wässerigen Säure, unter Hydrogengasentbindung; *c*) wenn man die gasförmige muriumsaure 6fachoxyd. Muriumsäure = $\overset{::::}{\underline{M}}\,\overset{..}{\underline{M}}{}^5$ in wässerige Alkalien leitet, wobey sich die beyden Säuren, jede für sich, mit dem Alkali verbinden, und 5 At. muriums. und 1 At. 6fachoxyd. muriums. Salz entstehen, und durch die Krystallisation von einander geschieden werden. — Diese Salze sind im Wasser und einige auch im Weingeist auflöslich, *wirken nicht* auf die Pflanzenpigmente, fällen keine Metallauflösung, können wahrscheinlich ohne Wasser nicht bestehen, und dürften also vielleicht auf die nächst höhere Stufe der Zusammensetzung gehören.

Sie sind ungemein zersetzbar: *α*) durch Erhitzung, wobey — je nach der Festigkeit ihrer Oxyde — 1 At., von einigen in 1 At. muriumsaures Salz und 12 At. $\underline{O}$gas zerfallen, während andere tumultuarisch in Metalloxyd, $\underline{O}$gas und $\overset{::::}{\underline{M}}\,\overset{..}{\underline{M}}{}^5$ zersetzt werden; *β*) durch brennbare Substanzen, als: Phosphor, Schwefel, Kohle, Antimon, Schwefelmetalle, organische Substanzen u. s. w., die damit erhitzt und auch oft schon durch Hammerschläge, oder durch hinzugefügte conc. Schwefelsäure, heftig explodiren, indem sie sich auf Kosten der Säure oxydiren; *γ*) durch conc. Schwefelsäure und Azotsäure, welche (schon in gemeiner Temp.) die Base binden, worauf die Säure, weil sie für sich nicht bestehen kann, oft mit Knistern und blitzähnlichem Licht, in $\overset{::}{\underline{M}}$, $\overset{::::}{\underline{M}}\,\overset{..}{\underline{M}}{}^5$, $\overset{:::::}{\underline{M}}$ und $\underline{O}$gas zerfällt (§. 489) (andere starke Säuren bewirken dasselbe in höherer Temp.); *δ*) durch verdünnte Säuren, wobey die frey werdende $\overset{::::}{\underline{M}}$ in $\overset{::::}{\underline{M}}\,\overset{..}{\underline{M}}{}^5$ und $\overset{::}{\underline{M}}$ zerfällt (§. 488). — Einige werden wohl auch mit Ausscheidung der wässerigen unzersetzten Säure zersetzt (s. weiter unten 1).

[Essigsäure, Carbonsäure, Blausäure, Boronsäure wirken nicht zersetzend. — Diese Salze dienen zur Darstellung des reinen $\underline{O}$gas und leicht entzündlicher Mischungen.]

Die Verbindungen dieser Säure im Einzelnen folgen:

1) Das *Hydrat der 6fachoxydirten Muriumsäure* (*6fach-oxydirt-muriums. Hydrogenoxyd* (*wässerige 6fachoxydirte, oder überoxydirte Salzsäure*, *Oxymurias hydricus*, *Acidum muriaticum hyperoxygenatum conc.*) (Chlorsäure-hydrat) muthmasslich = $\dot{\underline{H}}\,\overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{M}}$ = 1155,130, wurde zuerst 1814 von *Gay-Lussac* dargestellt.

α) Darstellung: Das reine Hydrat kennet man noch nicht. Die wahrscheinlich mehr Wasser enthaltende Säure erhält man: *a*) wenn man in die wässerige Auflösung des 6fach-oxyd. muriums. Baryumoxydes = $\ddot{\underline{Ba}}\overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{M}}{}^2$ so lange verdünnte Schwefelsäure tröpfelt, als ein Niederschlag erfolgt, und die Fl. weder mit Schwefelsäure noch mit $\ddot{\underline{Ba}}\overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{M}}{}^2$ einen Niederschlag gibt, sodann die ausgeschiedene Säure von dem niedergefallenen $\ddot{\underline{Ba}}\,\overset{\vdots}{\underline{S}}{}^2$ abgiesset; *b*) wenn man (nach *Berzelius*) die heisse wässerige Auflösung des $\ddot{\underline{K}}\,\overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{M}}{}^2$ durch saures fluorsaures Siliciumoxyd zersetzt, die Flüssigkeit von dem niedergefallenen fluor-siliciumsauren Kaliumoxyd abgiesset, durch hinzugegossenen Weingeist das überschüssige $\ddot{\underline{K}}\,\overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{M}}{}^2$ fället, und die abgegossene Fl. bey + 12° C. freywillig verdünsten lässt.

[Diese Säure entstehet auch bey der Einwirkung des Lichtes auf wässerige 4fachoxydirte Muriumsäure (§. 489, *β*).]

β) Eigenschaften: Farblose tropfbare Flüssigkeit, welche durch gelindes Abdampfen bey + 40° C. gelblich und öhlähnlich dickflüssig wird, und eine Dichtheit = 1,3 erlangt, sauer, zusammenziehend, etwas stechend schmeckt, einen schwachen etwas erstickenden Geruch besitzt, auch in starker Kälte nicht gefriert, die blauen Pigmente röthet, aber, wie andere Säuren, nur später erst zerstört, und durch das Licht nicht verändert wird.

γ) Zersetzung: *a*) Durch Erhitzung, wobey sie in Ogas Wasser, $\overset{\vdots\vdots}{\underline{M}}\,\overset{\vdots\vdots}{\underline{M}}{}^5$, und $\overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{M}}$ zerfällt, die in derselben Ordnung überdestilliren; *b*) durch $\dot{\underline{H}}\underline{M}$ in Wasser und $\overset{\vdots\vdots}{\underline{M}}\,\overset{\vdots\vdots}{\underline{M}}{}^5$; *c*) durch

schwefligte oder phosphorigte Säure, Schwefel- oder Phosphorhydrogen und durch mehrere brennbare Körper, die sich auf ihre Kosten oxydiren; so dass sie nach Verhältniss in $\dot{H}\ddot{\underline{M}}$ oder $\overset{::::}{\underline{M}}\,\ddot{\underline{M}}^5$ übergeht. — Die conc. Säure entzündet zuweilen das Lakmuspapier oder andere brennbare Stoffe. (Man übersehe hier nicht die Analogie mit der Azotsäure.)

2) *Sechsfachoxydirte Muriumsäure mit Muriumsäure, Muriumsaure 6fachoxydirte Muriumsäure* (*Acidum muriatico-oxymuriaticum*) (*oxydirte*, oder *oxygenirte* oder *dephlogistisirte Salzsäure* (*Acidum muriaticum oxygenatum*) (Chlor, Chlorine, Halogen, Chlorum) $= \overset{::::}{\underline{M}}\,\ddot{\underline{M}}^5 =$ 2655,900 $= (35{,}493\ \overset{::::}{\underline{M}} + 64{,}507\ \ddot{\underline{M}})$ wurde von *Scheele*, 1774, entdeckt und dephlogistisirte Salzsäure genannt.

a) Darstellung: *a*) 1 Th. Manganhyperoxyd $= \overset{::}{\underline{M}}n$ wird mit 2½ Th. wässeriger Muriumsäure übergossen und gelinde destillirt: wobey das $\overset{::}{\underline{M}}n$ 2 At. $\underline{O}$ verlierend in Manganoxydul übergeht, und als solches mit einem Theil der Muriumsäure muriums. Manganoxydul bildet; während ein anderer Theil der $\ddot{\underline{M}}$, das im verdichteten Zustande frey gewordene $\underline{O}$ bindend in $\overset{::::}{\underline{M}}$ übergehet, und als solche mit 5 At. $\ddot{\underline{M}}$ zu $\overset{::::}{\underline{M}}\,\ddot{\underline{M}}^5$ vereinigt wird; *b*) (ökonomischer) 44 Th. (3 At.) muriums. Sodiumoxyd $= \ddot{\underline{N}}a\,\ddot{\underline{M}}^2$ werden mit 32,75 Th. (3 At.) $\overset{::}{\underline{M}}n$ sorgfältig gemengt, und mit einem Gemisch aus 73,64 Th. (12 At.) conc. Schwefelsäure und 31 Th. Wasser übergossen und gelinde destillirt, wobey die Schwefelsäure 3 At. $\ddot{\underline{N}}a\,\overset{::}{\underline{S}}^1$ und 3 At. $\ddot{\underline{M}}n\,\overset{::}{\underline{S}}^2$ erzeugt, und aus der ausgeschiedenen $\ddot{\underline{M}}$ und dem durch die Herabsetzung des $\overset{::}{\underline{M}}n$ auf $\ddot{M}n$ überschüssig gewordenen $\underline{O}$, wie oben (*a*) die Doppelsäure gebildet wird. — In beyden Fällen wird das übergehende Gas durch etwas (in einer möglichst kleinen Flasche, (s. auch §. 455) kühl gehaltenes) Wasser geleitet, damit sich die etwa überschüssige $\ddot{\underline{M}}$ absetzen könne, und sodann (damit weniger absorbirt werde), über erwärmtem

Wasser oder gesättigter Küchensalzauflösung pneumatisch aufgefangen.

[Man kann auch Manganoxydhydrat oder andere Hyperoxyde verwenden, doch muss sodann davon das entsprechende Verhältniss genommen werden.

Die Neigung der $\underline{\ddot{M}}$ und $\underline{\overset{::::}{M}}$ sich gegenseitig zu verbinden, ist überhaupt sehr gross, die Doppelsäure entstehet eben darum fast immer, wenn die $\underline{\ddot{M}}$ Gelegenheit findet $\underline{O}$ aufzunehmen, oder mit den höhern Oxyden des Muriums zusammen trifft, oder diese höhern Oxyde Oxygen verlieren (s. §. 488, γ; §. 489, γ; §. 494, 3; §. 496, α bis δ; §. 496, 1, γ).

Will man das Gas trocken darstellen, so muss dasselbe, nach *Berzelius*, in einer tub. Glocke über Küchensalzauflösung gesammelt werden; auf deren Tubulatur eine lange mit gröblich zerstossenem geglühtem muriums. Calciumoxyd gefüllte Röhre, und auf diese eine ausgepumpte Flasche aufgeschraubt wird: damit nach allmählicher Eröffnung der Verbindungshähne, das Gas langsam durch jenes Salz in die Flasche dringe und solcher Gestalt entwässert werde.]

β) Eigenschaften: Gelbes, ins grünliche stechendes Gas (nicht so dunkel als $\underline{\overset{::}{M}}$ und $\underline{\overset{:::}{M}}$), dessen Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) (nach *Berzelius*) = 2,47, (nach *Thenard* = 2,4216, und dessen Lichtbrechungsvermögen (nach *Dulong*) = 2,623 ist. Es verdichtet sich bey — 40° C. noch nicht, wohl aber (nach *Faraday*) durch starken Druck zur grünlich gelben Flüssigkeit, die eine Dichtheit beyläufig = 1,33 besitzt, das Licht weniger bricht als das Wasser, und bey Aufhebung des Druckes so schnell verflüchtigt wird, dass der letzte Antheil vermöge der heftigen Erkältung noch lange tropfbar bleibt. — Es hat einen eigenthümlichen, unangenehmen, erstickenden, der Haut sehr adhärirenden Geruch, stumpft, schon in geringer Menge der Luft beygemischt, die Organe des Gesichtes, Geruches und des Geschmackes bedeutend ab, bewirkt, beym Einathmen mit Luft gemischt, die Luftröhre reitzend, heftiges Husten und Drücken auf der Brust, bey stärkerer Einwirkung wohl auch Blutspeyen, Schwindsucht und analoge Nach-

krankheiten, und, wenn es rein ist, augenblicklichen Tod; so dass man nicht genug gegen seine Schädlichkeit warnen kann. (Eingeathmete Dämpfe des Alkohols sind das beste Gegenmittel.) — Es ist nicht brennbar (weil es bereits mit O̤ überladen ist), kann aber das Brennen anderer Körper unterhalten (viele entzünden sich sogar darin).

Diese Doppelsäure ist im Wasser absorbirbar. Bringt man viel Gas mit wenig Wasser in eine Flasche, und setzt diese mehrere Tagelang einer Temp. unter 0° C. aus; so entstehet eine gelbe krystallinische Masse, die Manche für ein Hydrat halten (Chlorhydrat), und die, nach *Faraday*, gegen 27,7 Doppelsäure 72,3 Wasser enthalten soll. — Lässt man hingegen das (*α*) sich entbindende Gas in Wasser einströmen, so absorbirt dieses bey + 6° C. beyläufig sein zweyfaches Volumen, und stellt damit die *Auflösung der Doppelsäure* (*wässerige oxydirte Salzsäure*, *Acidum muriaticum oxygenatum*, *Aqua oxymuriatica*) (Chlorwasser, Chlorina liquida, Chlorum liquidum) dar, deren Dichtheit bey + 6° C. nicht mehr als 1,003 beträgt, und die den Geruch der gasförmigen Säure, und einen herben, nicht sauren Geschmack besitzt, gelblich gefärbt ist, und die blauen Pflanzenpigmente, ohne sie vorher zu röthen, schnell zerstört. — Beym Erwärmen entweichet die Doppelsäure und lässt das Wasser zurück.

[Die *Pharmac. austr.* schreibt zur Bereitung dieser Fl. vor, das aus 12 Th. muriums. Sodiumoxyd, 3 Th. Manganhyperoxyd, 18 Th. conc. Schwefelsäure und 21 Th. Wasser entbundene Gas, nachdem es in einer ersten *Woulfe'schen* Flasche die Muriumsäure abgesetzt hat, in zwey andern Flaschen durch 24 Th. erkältetes Wasser absorbiren zu lassen.]

γ) Zersetzung: Diese Doppelsäure bestehet, wie das Muriumsäurehydrat (§. 494, 1), durch starke Verwandtschaft; weil die M̤ für sich allein nicht bestehen kann, und auch an sich selbst unzersetzbar ist. Sie wird daher nur in solchen Fällen zersetzt, wo irgend eine andere Substanz dargebothen

ist oder entsteht, die sich mit der $\underline{\ddot{M}}$ verbinden kann. In diesem Umstande liegt auch die Ursache, um derentwillen sich die trockene Doppelsäure anders verhält als die feuchte oder wässerige.

Die trockene Doppelsäure wird z. B. (nach *Davy*) nicht zersetzt, wenn sie über glühende Kohle geleitet, und auch nicht, wenn das Glühen durch eine galvanische Batterie von 2000 Plattenpaaren bewirkt wird; weil die Kohle (oder das $\underline{\dot{C}}$) nur wenn sie eben aus ihren Verbindungen abgeschieden wurde, sich mit der $\underline{\ddot{M}}$ vereinigen kann. Es werden ferner trockene organische Substanzen, so sehr sie sonst durch Oxygen zersetzbar sind, von dem trockenen Gas dieser Doppelsäure nicht angegriffen; ja diese verändert nicht einmahl das trockene blaue Lakmuspapier, weil die Abgabe von Oxygen nur Statt finden kann, wenn die $\underline{\ddot{M}}$ die sodann übrig bleiben würde, Wasser oder doch die Gelegenheit zur Wasserbildung findet.

Das trockene Gas wird aber zersetzt: *a*) durch viele oxydirbare Stoffe, und zwar bald unter ruhiger Absorption, bald so heftig, dass Verbrennungen entstehen. So erfolgt z. B. die Zersetzung schon in gemeiner Temp. durch Phosphor, Kalium, Arsenik, Antimon und Kupfer, mit förmlicher Entzündung. — Schwefel, Sodium, Zink, Tellur, Eisen, Scheel, Mangan, Mercur erfordern hierzu einige Erhöhung der Temperatur. — Kobalt, Nickel, Bley, Silber, Gold etc. etc. bewirken die Zersetzung selbst in erhöhter Temp. nur ohne Lichtentbindung. In allen diesen Fällen entziehen aber die oxydirbaren Körper der Doppelsäure so viel $\underline{O}$, das sie aus $\underline{\overset{::}{M}}\,\underline{\overset{::}{M}}^5$ in 6 At. $\underline{\ddot{M}}$ umgewandelt und als solche mit den entstandenen Oxyden oder Säuren zu Salzen oder Doppelsäuren vereinigt wird: und es ist dabey merkwürdig, dass das $\underline{O}$, welches die $\underline{\overset{:::}{M}}$ mehr hat, gerade hinreichet, die Substrate gehörig zu oxydiren. — Ein Gemenge aus 1 Vol. des Gases und 1 Vol. $\underline{H}$gas wird bey Einwirkung des reflectirten Lichtes allmählich, unter

dem Einfluss der Sonnenstrahlen hingegen mit heftiger und gefährlicher Explosion in Muriumsäurehydrat umgewandelt, und diess letztere erfolgt auch beym Erhitzen bis zu 150° C. und durch elektr. Funken (§. 175); *b*) durch Metalloidoxyde, die damit erhitzt muriums. Salze bilden, während $\underline{O}$gas entweicht; oder, wenn sie mit Wasser dargebothen werden, muriums. und 6fachoxyd. muriums. Salze erzeugen (§. 496); *c*) durch untercarbonigte Säure, die damit in eine Verbindung aus $\underline{\ddot{M}}$ und Carbonsäure zerfällt; *d*) durch Ammoniakgas, welches zum Theil dergestalt zersetzt wird, dass Hydrogen abgegeben und $\underline{\dot{A}}$ ausgeschieden wird, während muriums. Ammoniak entstehet; *e*) durch Schwefelhydrogen, welches damit in $\underline{H}\underline{\dot{M}}$ und gemeinen Schwefel zerfällt, oder nach Verhältniss muriums. Schwefeloxyd bildet (s. d. A.) u. s. w.

Ist hingegen das Gas dieser Doppelsäure feucht, oder überhaupt Wasser zugegen; so gehen nicht nur die bereits angeführten Zersetzungen eben so gut von Statten, sondern es erfolgen auch Zersetzungen, die mit trockenem Gas nicht möglich waren. So z. B. erfolgt die Verbrennung der Kohle, wenn sie im feuchten Gase erhitzt wird, weil nun Wasser dargebothen ist. — Es wird ferner von vielen organischen Substanzen zersetzt, indem diese oxydirt und dann mit dem gleichzeitig entstehenden Muriumsäurehydrat verbunden werden. Auf diesem Umstande beruht auch die schnelle Zerstörung der Pflanzenpigmente durch das feuchte Gas.

[Diese Wirkung auf organische Körper, und insbesondere die Bleichung der Pigmente, leistet die Doppelsäure nur durch die darin enthaltenen $\overset{::::}{\underline{M}}$; welche 6 At. $\underline{O}$ abgeben kann, bis sie zu $\underline{\ddot{M}}$ wird. Dass das Hydrat der $\overset{::::}{\underline{M}}$ nicht bleichend wirket, darf uns nicht befremden, weil die Säure darin bereits an Wasser gebunden ist.]

Auf ähnliche Weise wird dann die Doppelsäure auch in ihrer wässerigen Auflösung zersetzt, und ausserdem

noch durch Einwirkung des Lichtes, und zwar in wässerige Muriumsäure und entweichendes Oxygengas. Dieselbe Zersetzung erfolgt auch, wenn das Gas mit Wasserdampf durch eine glühende Porzellanröhre geleitet wird.

[Einen höchst merkwürdigen Versuch hat Graf *Chodkiewicz* vorgenommen. Derselbe liess das auf alle mögliche Weise getrocknete Gas der Doppelsäure in eine durch Erhitzung getrocknete, und mit vorher durch Hitze getrocknetem Mercur gefüllte gläserne Glocke treten, und über dem Mercur ruhig stehen. Es zeigte sich bald eine bedeutende Absorption. Es wurde auf dem Mercur eine pulverige Masse gebildet, während das Gas immer mehr entfärbt, und zuletzt ein kleiner Rest ganz farblos erschien, aber bey längerem Verweilen auch gänzlich absorbirt und in muriums. Mercuroxydul umgewandelt wurde. — Liess man jedoch das farblos gewordene Gas in eine andere Glocke übertreten, so wurde es dann vom Mercur nicht mehr absorbirt, und erwies sich gegen Reagentien und Pigmente als Muriumsäure. War diess trockenes wasserfreyes Muriumsäuregas, d. h. $\underline{\dot{M}}$?]

δ) Verbindungen: Dass einige Chemiker annahmen, diese Doppelsäure sey eine einfache, und bilde als solche auch Salze (Chloralkalien), wurde früher schon (§. 495) angezeigt. Ausserdem hat man jedoch keine Andeutungen, die diesen Schluss rechtfertigen.

ε) Anwendung: Die grösste Anwendung findet diese Doppelsäure vermöge ihrer Zersetzbarkeit durch Pflanzenpigmente (oben γ) in der Bleichkunst zum *Bleichen* aus vegetabilischer Faser verfertigter Gewebe und Stoffe anderer Art.

[Dabey ist es oft von Wichtigkeit, die Reinheit und Stärke dieser Fl. zu kennen. Sie darf von der wässerigen Baryumoxydauflösung nicht getrübt werden, sonst enthält sie Schwefelsäure. Durch Sättigung mit Kaliumoxydauflösung darf sie kein röthliches Pulver fallen lassen, sonst enthält sie Manganoxydul. — Durch die Dichtheit lässt sich ihre Stärke nicht beurtheilen, weil selbst die vollkommen gesättigte Fl. kaum 0,003 dichter ist als Wasser. Die Prüfung geschieht daher viel zweckmässiger durch verdünnte schwefels. Indigauflösung; denn eine gegebene Menge

Fl. wird um so mehr Indigauflösung entfärben können, je mehr Doppelsäure sie enthält. (*Dingl.* J. XLII., 360; XLI., 269.)]

Sie dient ferner in der *Medicin* bald als Arzneymittel, bald als *Räucherungsmittel* zur *Zerstörung übelriechender Ausdünstungen* und der *Krankheitsstoffe* oder *Miasmen* in Wohnungen, Hospitälern u. s. w.; zu welcher Absicht sie aus den angeführten Zuthaten in offenen Schalen gasförmig entbunden wird.

Sie ist endlich im wässerigen Zustande ein grosses Hülfsmittel bey der *Bearbeitung der Metalle;* weil sie auch solche Metalle auflöset, die weder das Wasser noch die Säuren zersetzen, und daher auch von diesen letztern nicht zu Salzen aufgelöst werden können, z. B. Gold und Platin: denn sie bewirkt durch das disponible Oxygen ihrer $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{M}}$ die Oxydation der Metalle, und löset sie dann ohne alle Gasentbindung zu muriums. Salzen auf.

[Gerade in dieser letzten Beziehung, und besonders wenn man Gold oder Platin in grössern Massen von andern Metallen scheiden will, ist oft das Gas der Doppelsäure nicht anwendbar, und ihre wässerige Auflösung viel zu verdünnt; weil jene überhaupt vom Wasser in geringer Menge aufgenommen wird. — Viel concentrirter kann aber die Fl. werden, wenn sie nebst der Doppelsäure noch eine andere Säure enthält; weil das Wasser sodann eine viel grössere Menge der Doppelsäure aufzunehmen fähig ist. — Eine solche entstehet, wenn man 1 Th. wässeriger Azotsäure mit 1 - 2 - 3 Th. wässeriger Muriumsäure vermischt, oder auch muriums. - Sodiumoxyd oder Ammoniak in wässeriger Azotsäure auflöset. Man bemerkt dabey sogleich eine starke dunkelgelbrothe Färbung; weil im ersten Falle die Azotsäure $\underline{O}$ abgebend in unterazotigte oder azotigte Säure, und die Muriumsäure $\underline{O}$ aufnehmend in die Muriumdoppelsäure übergehet; im zweyten Falle hingegen zuerst durch einen Theil der Azotsäure aus dem muriums. Salze die Muriumsäure abgeschieden wird, und dann dasselbe geschieht. Man sieht ein, dass hier, je nachdem das Verhältniss getroffen ist oder nicht, bald nur reine Doppelsäure, bald ein Gemenge derselben mit freyer Azot- oder Muriumsäure entstehen kann, und in dem einen Falle auch noch das entstandene azots. Salz in der Fl. enthalten ist.

Auch wird die Fl. wirksamer oder schwächer seyn, je nachdem mehr oder weniger conc. Zuthaten verwendet worden sind. Es wird daher nothwendig, künftighin nebst der Quantität der Zuthaten auch ihre Dichtheit anzugeben; damit endlich die Unsicherheit der Erfolge vermieden werde, über die jetzt noch mit Recht geklagt wird. Vor zu grosser Concentration hat man sich indessen zu hüthen, weil dabey leicht 2fach oxydirte Muriumsäure entsteht (§. 488).

Die erwähnte conc. Doppelsäure wurde zufällig schon von den Adepten entdeckt, und weil sie das Gold (den König der Metalle) auflöset, *Königswasser* (*Aqua regis*), und in der Folge auch *Salpeter-Salzsäure* (*Acidum nitrico-muriaticum*) genannt. Sie wird vorzüglich zur Scheidung des Goldes und Platins, und zur Erzeugung mehrerer muriums. Salze benützt.]

§. 497. Die $\underline{\overset{::::}{M}}\,\underline{\ddot{M}}^5$ ist nach den angeführten Eigenschaften eine sehr interessante Verbindung, aber zur höchsten Merkwürdigkeit muss sie in Beziehung auf die Geschichte der Chemie emporsteigen, wenn man bedenkt: dass sie dieser Wissenschaft vielleicht für ein halbes Jahrhundert eine eigene Richtung gegeben hat.

[*Berthollet* war der erste, welcher, 1785, aus den Eigenschaften der Muriumdoppelsäure schloss, dass sie mehr $\underline{O}$ enthalten müsse als die Muriumsäure, und nachdem alle Chemiker dieser Ansicht gefolgt waren, wurde endlich von *Berz.* durch stöchiometrische Gründe nachgewiesen, dass dieselbe = $\underline{\dddot{M}}$ = 442,650 anzusehen sey; wesshalb man sie denn auch *Salzsäure-Superoxydul* (*Superoxydum muriatosum*) oder *oxydirte Salzsäure* u. s. w. nannte.

Im Jahre 1809 jedoch wurden *Gay-Lussac* und *Thenard* — vorzüglich durch die Erfahrung, dass die trockene oxydirte Salzsäure durch Kohle nicht zersetzt werden konnte — nachzudenken veranlasst, wie es denn seyn möchte, wenn dieselbe ein einfacher Stoff (Aräoid) sey? — Als Resultat dieser Forschung ergab es sich, dass zwar auch in diesem Falle alle Verhältnisse der oxydirten Salzsäure erklärt werden könnten; dass aber sodann alle Verbindungen dieses Stoffes, so wie er selbst etwas anderes sey, auf eine von der bisherigen Ansicht verschiedene Weise zusammengesetzt erscheinen würden. — *Gay-Lussac* und *Thenard* brachten ihre diessfälligen Betrach-

tungen zwar zur Oeffentlichkeit; allein sie unterliessen es, sie in's Leben einzuführen: ohne Zweifel aus guten Gründen.

Um dieselbe Zeit geschah es aber, dass das königliche Institut in London, durch die königliche Freygebigkeit nur weniger Mitglieder, eine galv. elektr. Batterie erbauen liess, die an Grösse alle übrigen weit übertraf (sie hatte 2000 Plattenpaare von 32 Quadrat-Zoll Oberfläche), und durch deren Wirkung der glückliche *H. Davy* endlich, 1810, die Zersetzbarkeit der Alkalien in Oxygengas und metallische Grundlagen entdecken *musste*. — Wer möchte sich wohl verwundern, wenn dieser Naturforscher von dem grossen Funde aufgeregt, nunmehr die Wissenschaft in allen ihren Theilen reformiren zu können hoffte? — — Er warf — und zwar mit Recht — alle Alkalien und Erden in die Reihe der Metalloxyde, also ihre Grundlagen in die Reihe der Metalle; er setzte an die Stelle der ältern Lehre von Wärme und Licht, seine Lehre von den strahlenden Potenzen; bey den nichtmetallischen brennbaren Stoffen, insbesondere legte er dadurch den Grund zu grossen Veränderungen, dass er die vorhin erwähnten Ideen von *Gay-Lussac* und *Thenard* ergreifend, die oxydirte Salzssäure als einfachen Stoff declarirte, und nach der grünlichgelben Farbe Chlorine (abgekürzt Chlor) nannte; ja er beschloss endlich, diese neuen Ansichten in einem grossen Werke bey allen Zweigen der Wissenschaft durchzuführen, von welchem auch wirklich bald darauf die *erste Abth. des ersten Bandes* (Elemente des chem. Theiles der Naturw. Von *H. Davy*, übersetzt von *Wolff*. Berlin 1814) in den Druck gelegt wurde; aber, obschon der berühmte Verfasser noch eine Reihe von Jahren in guter Gesundheit verlebte — wohl aus Gründen, die einen Grund gehabt haben müssen — nie eine Fortsetzung erschienen ist.

Es gehört wenig Scharfsinn dazu, voraus sagen zu können, dass der gefeyerte Naturforscher *Davy*, über diesem Unternehmen, in der Zukunft dem Vorwurfe zuerst einiger Lebhaftigkeit, und dann einer kleinen phlegmatischen Anwandlung nicht entgehen kann; aber was wird die Nachwelt sagen, wenn sie erfährt: dass bald darauf — und eh' man wissen konnte, dass *Davy's* Werk nicht fortgesetzt werde — mehrere Chemiker des europäischen Festlandes — obwohl sie *Davy's* Ansichten über Wärme, Licht u. s. w. unbeachtet liessen — dennoch mit beyspielloser Voreiligkeit diejenigen über die oxydirte Salzsäure, in ihren Lehrbüchern über alle Zweige der Wissenschaft ausdehnten, und dadurch jene Lehre zu Tage förderten, die man

die *chlorinistische* oder *chloristische Ansicht* genannt hat; dass zwar anfangs einige ruhigere Forscher diesem raschen Beginnen mit sehr triftigen Gründen in den Weg traten; dass noch einige andere, — als die Fortsetzung des *Davy'schen* Werkes gar zu lange ausblieb, und sich auch mehrere Blössen der neuen Lehre zeigten — gerne zurück getreten wären, wenn es mit Rettung der Consequenz hätte geschehen können; dass aber endlich auch die geringe Anzahl der Widerstrebenden, theils aus Bequemlichkeit (denn man hatte nun bereits einige Jahre hindurch alle neuen Entdeckungen nur nach der chloristischen Ansicht definirt), theils aus Galanterie (denn es war bald so weit gekommen, dass die Annahme der neuen Lehre zugleich die Bedingung einer ehrenvollen Aufnahme wurde), sich die neue Lehre gefallen liess: so dass folglich — und nur um so leichter, als die Mehrheit immer derjenigen Ansicht huldigt, in welcher sie unterrichtet worden ist — die chloristische Lehre in ganz Europa die herrschende wurde; eh' man noch Zeit gewinnen konnte, gehörig zu untersuchen, ob sie den ihr eingeräumten Vorzug auch wirklich verdiene? ? ?

Diess ist die kurze, aber wahre Geschichte der *chloristischen Ansicht*; welcher gegenüber, folglich diejenige, die das sogenannte Chlor als einen zusammengesetzten Körper ansieht, die *antichloristische Ansicht* heissen kann. — Die für eine oder die andere dieser Ansichten sprechenden Motive hier ausführlich auseinander zu setzen, gestattet der Raum eines Elementarwerkes nicht. Wohl aber kann das aus der Vergleichung beyder gezogene Resultat in folgenden Sätzen ausgesprochen werden.

a) Beyde Ansichten können mit gleicher Vollständigkeit die Erscheinungen der Muriumsäuren und ihrer Verbindungen definiren; mit dem Unterschiede jedoch, dass dabey die antichloristische ausreichet, ohne die Theorie der Erscheinungen bey andern Körpern zu stören: während die chloristische, wenn sie durchführbar seyn soll, in andern Zweigen der Wissenschaft Abänderungen voraussetzt, und z. B. annehmen muss: dass in allen brennbaren Körpern, also auch im Platin, Gold u. s. w. Licht enthalten sey, und dass Verbrennungsprocesse nicht nur durch das Oxygen, sondern auch durch andere Körper bewirkt werden könnten. — Sie stehet dadurch insbesondere mit dem, was im Früheren über Licht, elektr. Fl., magn. Fl. und über die Verbrennungsprocesse angeführt worden ist, so vollkommen im Widerspruche; dass unausweichlich, früher oder später, das eine oder das andere fallen muss.

b) Die antichloristische Ansicht findet allenthalben ihre Analogien, wie wir diess zwischen Azot- und Muriumsäure wahrgenommen haben und beym Schwefel, Carbon, Phosphor und s. w. noch finden werden. Die chloristische hingegen musste sich erst Analogien bereiten. — Für sie schuf man die Hydrogensäuren; für sie mussten — als man noch in Noth war, und die Stoffe Brom und Jod noch nicht entdeckt hatte — das Selen- und Schwefelhydrogen Säuren heissen; für sie musste das Veilchenpigment, das schönste unter allen, aus den chemischen Lehrbüchern verschwinden u. s. w.: und gleichwohl verstösst sie noch immer gewaltig gegen die Analogie, indem sie alle muriums. Salze der Reihe der Salze entreisset, und sie den ihnen ganz unähnlichen Schwefel- und Phosphorverbindungen zugesellet, u s. w.

c) Die chloristische Lehre ist endlich — obwohl man in der ersten Hitze das Gegentheil behauptet hat — viel complicirter als die antichloristische. Wer hieran zweifelt, der bedenke doch: dass die letztere dem Schüler, wenn er bereits über das Azot, den Schwefel, Phosphor, das Selen, Arsenik u. s. w. belehrt worden ist, nur noch bemerklich machen darf, dass auch noch andere Stoffe, als: Murium, Brom, Jod, Fluor existiren, die sich analog wie jene verhalten, um ihn in der Hauptsache unterrichtet zu sehen; während bey der chloristischen Lehre für die zuerst genannten Stoffe genau dasselbe, wie bey der antichloristischen, aufzufassen, und dennoch für die Stoffe Chlor, Brom, Jod und Fluor die neue Ansicht, und also ziemlich zweymahl so viel einzustudieren ist.

d) Es ist merkwürdig, dass das Chlor, Brom und Jod der Chloristen durch Azotsäure und durch Oxygengas nicht oxydirt wird; was doch mit den analog seyn sollenden Stoffen: Selen, Schwefel und Phosphor so leicht geschieht.

e) Es klingt doch wahrlich komisch, wenn man liest, dass brennbare Körper im Chlorgas ohne, im Chloroxydul mit Oxygen verbrennen; noch komischer, dass die Hydrogenverbindungen des Schwefels, Selens, Phosphors u. s. w. sehr verbrennlich sind; die des Chlors, Jods, Broms, Fluors gar nicht? —

f) Die Chloristen glauben übrigens auch in dem Umstande für ihre Ansicht eine grosse Stütze zu finden, dass bisher auch die Muriumsäure nicht zersetzt werden konnte. Bedenkt man indessen, dass — wenn die Verwandtschaftslehre wahr ist — diejenigen Oxyde, welche durch die stärkste Verwandtschaft erzeugt wurden, nothwendig durch die bekannten Zersetzungs-

mittel nicht zersetzbar seyn müssen; und sieht man sich hierauf im Gebiethe der chloristischen Chemie nach solchen Oxyden um, deren Substrate, eben weil sie dem Oxygen am nächsten verwandt sind, nicht abgeschieden werden können: so findet man keine. Diese Herren haben bereits alle Oxyde zersetzt. — So stoltz kann jedoch der Verfasser auf seine chemische Kunst und Weisheit nicht seyn. Er bekennet vielmehr zu glauben, dass jetzt noch die festesten Oxygenverbindungen unzersetzt sind; obwohl er nicht zweifelt, dass endlich die Zersetzung auf jetzt noch unbekannten Wegen gelingen wird.

In diesen Sätzen liegen nun aber auch die Gründe, um derentwillen der Verfasser der chloristischen Ansicht nicht huldigen kann. — Es ist indessen jedem Anfänger zu rathen, sich auch mit dieser Ansicht vertraut zu machen; weil man die Sprache verstehen muss, in welcher jetzt die meisten Bücher geschrieben sind, und durch welche sich die neueren Chemiker mittheilen. —

Die Uebersetzung der im vorliegenden Werke vorkommenden Ansicht in die chloristische wird sich auch immer richtig bestimmen lassen, wenn man den Ursprung der letzteren streng im Auge behält, und also nie vergisst: dass die Chloristen unsere muriums. 6fachoxyd. Muriumsäure für einen einfachen oder unzerlegten Stoff halten, und mit Cl (Chlor) bezeichnen; dass aber 1 At. unserer $\overset{\vdots\vdots}{\underline{M}}$ $\ddot{\underline{M}}^5$ = 6 At. Cl. ist, weil man die Atomgrösse nach 1 At. Murium regulirt, also mit 6 dividirt hat. Es ist daher auch 1 At. Cl., = 442,650, eben dasselbe, wie 1 At. $\ddot{\underline{M}}$ + 1 At. $\underline{O}$ = (342,650 + 100) = 442,650, oder auch = 1 At. $\underline{M}$ + 3 At. $\underline{O}$ = $\ddot{\underline{M}}$. In neuerer Zeit haben jedoch mehrere Chloristen die Atomzahl ihres Cl. auf die Hälfte = 221,325 herabgesetzt, und angenommen, dass dieser Stoff in den meisten Fällen mit 2 Atomen oder Doppelatomen in die Verbindungen eingehe. Diese Doppelatome aber werden dadurch bezeichnet, dass man das gewöhnliche Zeichen mit einem Striche durchzieht. Es ist dann das Doppelatom = Ꞓl = 442,650. — Mit diesem Schlüssel an der Hand ergeben sich nun z. B. die Zusammensetzungen folgender Substanzen nach der

antichloristischen Ansicht:		chloristischen Ansicht:
Muriumsäurehydrat	=	*Hydrochlorsäure*
= $\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{M}} = (\underline{M} + 3\underline{O} + \underline{H})$	=	= Ꞓl H = (Ꞓl + H)
2fachoxydirte Muriumsäure	=	*Chloroxyd*
= $\overset{\vdots}{\underline{M}} = (\underline{M} + 4\underline{O})$	=	= $\dot{\text{Ꞓl}}$ = (Ꞓl + O)

antichloristischen Ansicht:		chloristischen Ansicht:
4fach oxyd. Muriumsäure	=	*chloriger Säure*
$= \overset{:::}{\underline{M}} = (\underline{M} + 6\underline{O})$	=	$= \dddot{\mathrm{Cl}} = (\mathrm{Cl} + 3O)$
6fach oxyd. Muriumsäure	=	*Chlorsäure*
$= \overset{::::}{\underline{M}} = (\underline{M} + 8\underline{O})$	=	$= \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}} = (\mathrm{Cl} + 5O)$
8fach oxyd. Muriumsäure	=	*oxydirter Chlorsäure*
$= \overset{:::::}{\underline{M}} = (\underline{M} + 10\underline{O})$	=	$= \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}} = (\mathrm{Cl} + 7O)$
muriums. 6fach oxyd. Muriums.	=	*Chlor*
$= \overset{::::}{\underline{M}}\,\ddot{\underline{M}}^5 = (6\underline{M} + 18\underline{O})$	=	$= 6\,\mathrm{Cl}$ oder Cl^6; also auch
$\ddot{\underline{M}} + \underline{O} = (\underline{M} + 3O)$	=	Cl.

Nach diesen Daten definiren sich dann auch alle Zerlegungs- und Verbindungsfälle; die sich meistens so gestalten, dass entweder Wasser zersetzt, oder Wasser gebildet werden muss, wenn man mit der Theorie ausreichen soll. Hiermit in unmittelbarer Beziehung steht ferner der Umstand: dass die Chloristen die trockenen muriums. Salze als *Chlormetalle*, die wasserhaltigen hingegen als *hydrochlorins. Salze* ansehen; so zwar, dass ein Chlormetall, so oft es in Wasser aufgelöst wird, in hydrochlorins. Salz, und dieses, wenn es krystallisirt oder zur Trockenheit abgedampft wird, in Chlormetall übergehen muss. Das Weitere über diese Ansicht findet man in *M.* Handb. II. 438—514, und in allen — allen — allen chemischen Lehrbüchern der neueren Zeit. In diesem Werke hat man es noch zweckmässig erachtet, die chloristischen Benennungen aufzunehmen, und zur Unterscheidung mit kleinerer Schrift auszuzeichnen.] (✱)

3) Die weitern Verbindungen der 6fachoxyd. Muriumsäure kommen in der Folge gehörigen Ortes noch vor.

4. *Verbindungen der 8fachoxyd. Muriumsäure.*

§. 498. Diese Säure bildet nach *Stadion* höhere Zusammensetzungen, und insbesondere mit den Basen eine Reihe von *8fachoxyd. muriums. Salzen* (*8fachoxyd. salzs. Salze, Salia hyperoxymuriatica*) (oxyd. chlorsaure Salze, Salia oxychlorica), und bewährt dabey eine Sättigungscapacität = 8,75. Diese Salze entstehen bey der Behandlung der 6fachoxyd. muriums. Salze mit ziemlich conc. Schwefelsäure (§. 489, *α*). Sie bestehen durch starke Verwandt-

schaft; sind, so viel man weiss, schwer auflöslich im Wasser; fällen nicht die Bley- und Silberoxydsalze; zerfallen bey + 173° C. in muriums. Salze und $\underline{O}$gas, oder, besonders wenn sie Metalloxyde enthalten, zum Theil auch in Metalloxyd, Muriumdoppelsäure und $\underline{O}$gas; verpuffen mit brennbaren Substanzen nur schwach, und werden unter + 100° C. auch von den stärksten Säuren nur in dem Falle zersetzt, wenn die Basis mit den letzteren ein unauflösliches Salz erzeugt. Die einzelnen Verbindungen folgen.

1) *8fachoxyd. Muriumsäure mit Wasser.* Das Hydrat dieser Säure muthmasslich = $\underline{H}\,\overset{::::}{\underline{M}}$ = 1255,130, ist, 1814, von *Stadion* entdeckt, und rein noch nicht näher bestimmt worden.

α) Darstellung: *a*) Durch Zersetzung der $\overset{::::}{\underline{M}}$ mittelst Destillation (§. 496, 1, *γ*); *b*) 1 Th. 8fachoxyd. muriums. Kaliumoxyd wird mit 1 Th. conc. Schwefelsäure, die vorher mit $^1/_3$ Wasser verdünnt worden ist, bey nicht mehr als + 137° C. (weil sonst Zersetzung eintritt, und Muriumdoppelsäure entsteht) so lange destillirt, bis statt der grauen grünliche Dämpfe entstehen. — Die übergehende wässerige Säure kann mit Schwefelsäure, Muriumsäure oder Muriumdoppelsäure verunreinigt seyn, und wird von der erstern mit Baryumoxyd, von den beyden letztern durch Silberoxyd befreyt, und durch Abdampfung zum Krystallisiren gebracht.

β) Eigenschaften: Vierseitige wasserhaltige Prismen, die, nach *Serullas*, sehr begierig noch mehr Wasser anziehen, in's Wasser geworfen, sich mit Zischen auflösen, und bey + 45° C. zur farbenlosen, geruchlosen Fl. schmelzen. Die wäss. Säure hat im concentrirtesten Zustande eine Dichtheit = 1,65, siedet bey + 200° C., und wird unzersetzt verflüchtiget, schmeckt angenehm sauer, fast wie Schwefelsäure, und röthet ohne Zerstörung die blauen Pigmente. Sie trübt nicht die Auflösung des azots. Silber- und Bleyoxydes (Ann. de chim. XLVI, 294—297).

γ) Zersetzung: Sie ist beständiger als die wäss. $\overset{::::}{\underline{M}}$, und

wird, nach *Stadion*, weder durch Licht, noch durch Wärme, schwefligte Säure, Muriumsäure oder Schwefelhydrogen zersetzt.

2) Die weiteren Verbindungen der 8fachoxyd. Muriumsäure kommen in der Folge noch bey ihren Basen vor.

IV. Verbindungen des Muriums auf der 4. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Muriumsäurehydrates.*

§. 499. Wir finden hier nur wenig eigenthümliche wasserfreye Doppelsalze, dagegen aber mehrere Hydratsalze, und Verbindungen des Muriumsäurehydrates mit sogenannten org. Substanzen.

1) *Muriumsäureh. mit Ammoniak.* Das *muriums. Ammoniakhydrat* (*salzs. Ammoniak*, *Salmiak*, *Sal ammoniacus*, *Ammoniacum muriaticum*, *Murias ammoniae*) (hydrochlorsaures Ammoniak, Chlorammonium, Hydrochloras ammoniacus, Ammoninm chloratum) ($= \underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}$) $+ (\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{M}}) = 669{,}605 = (32{,}03\ (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + 67{,}97\ \dot{\underline{H}}\ddot{\underline{M}})$ findet sich natürlich in vulkanischen Gegenden von Italien, Sicilien, China, in der Tartarey und in der afrikanischen Landschaft Ammonien (daher der Nahme), und in einigen toscanischen Seen. — Künstlich entsteht dasselbe: *a*) wenn man Ammoniakgas mit Muriumsäuregas vermischt, die sich augenblicklich zum krystallinisch-pulvrigen Salze verbinden; *b*) durch Zersetzung anderer Ammoniaksalze im Wege einfacher oder doppelter Wahlverwandtschaft.

[Fabriksmässig wird es dargestellt, wenn man das durch trockene Destillation thierischer Theile, oder durch Destillation des faulen Urins bereitete bas. carbons. Ammoniakhydrat, oder das schwefels. Ammoniakhydrat, mittelst muriums. Calcium-, Alumium- oder Magniumoxyd (oder der dieses Salz enthaltenden Mutterlauge der Salzsiedereyen) zersetzt. Die Zersetzung geschieht seltener auf nassem Wege und durch Krystallisation, meistens hingegen durch Sublimation. In der ältern Zeit kam der Salmiak aus Aegypten, wo er aus dem Russe des Kamehl-

mistes gezogen wurde. — *Boyle* setzte denselben schon im 17. Jahrhundert aus seinen Bestandtheilen zusammen. Die ersten Salmiakfabriken in Europa entstanden im 18. Jahrhundert in Braunschweig (1759) und Wien. — In Belgien hat man die ägyptische Methode nachgeahmt, indem man Russ, Steinkohle, Thon und Küchensalz mit Wasser zu Ziegeln geformt, und mit Knochen durchschichtet der trockenen Destillation unterwarf, und den aufsteigenden Russ noch einmahl sublimirte.

Das krystallisirte Salz ist oft mit schwefels. Ammoniak, das sublimirte mit brenzlichem Oehl verunreinigt. — Reiner stellt man dasselbe dar, wenn es noch einmahl sublimirt (*Salmiakblumen, Flores salis ammoniaci*) oder in Wasser aufgelöst und umkrystallisirt wird (*gereinigter Salmiak, Murias ammoniae purus, Sal ammoniacus depuratus*). Die *Pharm. austr.* schreibt das letztere vor, um dem brenzlichen Oehle sicherer auszuweichen.]

Das sublimirte Salz erscheint in weissen (nur wenn es brenzliche Theile enthält, braunen oder grauen) Kuchen von faserigem Gewebe oder als trockenes Pulver; das krystallisirte in federartiger Form oder in Octaëdern und Nadeln von 1,450 Dichtheit. Es ist luftbeständig ohne zu schmelzen sublimirbar, in 2,72 kalten, in nahe gleichen Th. heissen Wassers, und weniger auch im Weingeist auflöslich, und schmeckt stechend salzig und urinös. — Durch Erhitzung mit Metallen wird es unter Ausscheidung des Ammoniaks dergestalt zersetzt, dass muriums Metalloxydsalze entstehen, die aber oft auch mit einem Th. des unzerlegten Salzes Doppelsalze (*metallhältige Salmiakblumen*) bilden.

[Es dient: *a*) in der Medicin; *b*) zur Darstellung fast aller Ammoniakverbindungen; *c*) zum Löthen, indem es die Löthstellen von den oxydirten Theilen befreyt.]

2) Die fernern Verbindungen des Muriumsäurehydrates kommen weiterhin vor.

2. *Verbindungen des Hydrates der 6fach oxydirten Muriumsäure.*

§. 500. Diese Verbindungen sind noch wenig untersucht, doch werden sich ohne Zweifel mehrere Hydratsalze hier einreihen.

1) *Hydrat der 6fachoxyd. Muriumsäure mit Ammoniak.* Das 6*fachoxyd. muriumsaure Ammoniakhydrat* (6*fachoxyd. salzs. Ammoniak*, *Oxymurias ammonicus*) (chlorsaures Ammoniak, Ammoniacum chloricum, Ammoniacum oxychloricum) wahrscheinlich $= (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + (\dot{\underline{H}}\,\overset{::::::}{\underline{M}})$ von *Gay-Lussac* durch unmittelbare Verbindung, von *Chenevix* durch doppelte Wahlverwandtschaft erzeugt, krystallisirt beym Verdünsten in Nadeln, die stechend schmecken, im Wasser und Alkohol leicht auflöslich sind, auf heissen Körpern verpuffen, und schon in schwacher Hitze in muriums. Ammoniak, Muriumdoppelsäure, Muriumsäurehydrat und $\underline{O}$gas und $\dot{\underline{A}}$gas zerfallen.

2) Die weitern Verbindungen kommen in der Folge vor.

V. Verbindungen des Muriums auf noch höheren Stufen der Zusammensetzung.

§. 501. Es sind deren nur wenige bekannt, die in der Folge noch vorkommen werden.

Siebentes Kapitel.

Brom.

§. 502. Das *Brom* (*Bromum*) = Br ist ein dem Murium höchst analoger Stoff, welcher jedoch bisher nicht isolirt dargestellt, und nur aus seinen Verbindungen erschlossen werden konnte. Es kommt nur in geringer Menge in der Fucusasche, in mehreren Seepflanzen, im Wasser des Meeres und einiger Seen, und in einigen Salzsoolen in Gestalt der broms. Salze vor.

I. Verbindungen des Broms auf der 1. Stufe der Zusammensetzung.

§. 503. Das *Brom* (= aräoid) = $\underline{B}$r = 678,300 ist gleichfalls isolirt noch nicht dargestellt worden, doch kann dasselbe wie das Murium (= aräoid) aus seinen Verbindungen erschlossen werden, dem es auch überaus ähnlich seyn muss.

II. Verbindungen des Broms auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Broms mit Oxygen.*

§. 504. Aus den Verbindungen des Broms überhaupt hat man, wie beym Murium, Veranlassung gefunden anzunehmen, dass sich dasselbe mit dem Oxygen in drey Verhältnissen, nähmlich mit 2, 6 und 8 At. $\underline{O}$ verbinde, welche Verbindungen man *Bromsäure*, *4fachoxyd. Bromsäure* und *6fachoxyd. Bromsäure* genannt hat. Es ist jedoch nach Analogie der Oxyde des Muriums wahrscheinlich, dass auch das in der Oxydationsreihe fehlende Glied mit 4 At. $\underline{O}$, und vielleicht sogar ein anderes mit 10 $\underline{O}$ möglich sey.

a) Bromsäure.

§. 505. Die *Bromsäure* (*Acidum bromicum*) = $\ddot{\underline{Br}}$ = 878,300 = (53,063 $\underline{Br}$ + 46,937 $\underline{O}$) ist isolirt noch nicht dargestellt, und nur aus ihren Verbindungen erschlossen. Sie ist analog der Muriumsäure, und kann wie diese nicht isolirt bestehen, und bis jetzt auch nicht zersetzt werden.

b) 4fachoxydirte Bromsäure.

§. 506. Ob eine *4fachoxyd. Bromsäure* = $\overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{Br}}$ = 1278,300 existire, ist noch nicht erwiesen, obwohl eine wässerige Flüssigkeit bekannt ist, welche das $\underline{Br}$ und $\underline{O}$ im entsprechenden Verhältnisse enthält.

Es ist diess eine Auflösung der broms. 6fachoxydirten Bromsäure in wässeriger Bromsäure. Die Erfahrung lehrt nähmlich, dass letztere von der erstern gerade nur so viel aufnimmt, als hinreichet jenes Verhältniss der Bestandtheile herzustellen. Die Chloristen haben diese Auflösung, weil sie auch Wasser enthält, hydrobromige Säure genannt; obwohl sie wahrscheinlicher nur eine Verbindung des 2ten Grades (Auflösung) ist. Die Fl. ist dunkelroth, und lässt beym Erhitzen muriums. 6fachoxyd. Bromsäure fahren, während Bromsäureauflösung im Rückstande bleibt. (*M.* Handb. V. 1567).

c) 6fachoxydirte Bromsäure.

§. 507. Die *6fachoxyd. Bromsäure* (*überoxydirte Bromsäure*, *Acidum oxybromicum*) (Bromsäure, Acidum bromicum) = $\overset{:::}{\underline{\mathrm{Br}}}$ = 1478,300 = (53,063 $\underline{\mathrm{Br}}$ + 46,937 $\underline{\mathrm{O}}$) ist isolirt noch nicht dargestellt, und kann wahrscheinlich für sich allein auch eben so wenig existiren, wie die 6fachoxyd. Muriumsäure. Sie gehet auch wie diese höhere Verbindungen ein, und entstehet immer unter Umständen, wo sie zugleich an andere Körper gebunden wird (§. 509).

III. Verbindungen des Broms auf der 3. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen der Bromsäure.*

§. 508. Die Bromsäure verbindet sich, wie die Muriumsäure, mit gleich hoch zusammengesetzten Körpern, und bewährt dabey eine Sättigungscapacität = 11,39. — Die *broms. Salze*, *Salia bromica* (hydrobromsaure Salze, Salia hydrobromica, im wasserfreyen Zusande auch Brommetalle, Bromüre und Bromide) werden wie die muriums. Salze erzeugt und zersetzt, und haben mit denselben überhaupt so viel Analogie, dass sie sich oft nur durch sehr kleine Differenzen davon unterscheiden. Sogar darin sind sie jenen gleich, dass sie mit Bley-, Silberoxyd- und Mercuroxydulsalzen weisse Niederschläge erzeugen. Charakteristisch bey diesen Salzen ist es, dass sie mit conc. Phosphorsäure, Schwefelsäure, 8fachoxyd. Muriumsäure, Azotsäure, und vorzüglich mit 6fachoxydirter Muriumsäure, bromsaure 6fachoxyd. Bromsäure entbinden; während phosphorigte Säure, schwefligte Säure, Muriumsäure, Azotoxydgas entstehet, und zugleich ein phosphorigtsaures, schwefligtsaures, muriumsaures oder azotsaures Salz gebildet wird.

Die wässerigen Auflösungen dieser Salze sind fähig eine ihrem Bromgehalt entsprechende Menge bromsaure 6fachoxyd. Bromsäure aufzulösen, und diese Auflösungen hat

man hydrobromigsaure Salze genannt, obwohl sie schon bey gelindem Erwärmen die Bromdoppelsäure wieder fahren lassen.

Einzelne Verbindungen der Bromsäure sind folgende:

1) *Bromsäure mit Wasser.* Das *Bromsäurehydrat, broms. Gas, broms. Hydrogenoxyd,* (*Bromas hydricus*) (Hydrobromsäure, Acidum hydrobromicum) = $\dot{H}\ddot{B}r$ = 990,780 = (88,647 $\ddot{B}r$ + 11,353 $\dot{H}$) wurde von *Balard*, 1826, in der Mutterlauge des Seewassers entdeckt.

[Späterhin ist diese Säure an Basen gebunden auch in mehreren Seegewächsen, Salzsoolen und Salzlagern, und selbst in einigen Mineralien in geringer Menge gefunden worden. Die vollständigste Auskunft findet man darüber in einer monographischen Schrift: Das *Brom*, von *Löwig*. Heidelberg 1829. (*M.* Handb. V. 1554.)]

α) Darstellung: *a*) Wenn man broms. 6fachoxyd. Bromsäure mit Phosphor und mit etwas Wasser erhitzt; *b*) wenn man wässerige Unterphosphorsäure so lange abdampfet bis sich Phosphorhydrogengas zu entwickeln anfängt, dann aber mit gleichviel broms. 6fachoxyd. Bromsäure gelinde erwärmt; *c*) wenn man broms. Kaliumoxyd mit $^3/_4$ seines Gewichtes conc. Schwefelsäure erhitzt. Das sich entbindende Gas wird in allen Fällen über Mercur aufgefangen. Im Falle *c*) ist es immer mit broms. 6fach oxyd. Bromsäure verunreinigt, und eben so mit schwefligtsaurem Gas; von der ersten Beymischung wird es durch Schütteln mit Mercur gereinigt.

[Die grosse Neigung der Bromsäure zur Bildung der Bromdoppelsäure unterscheidet dieselbe sehr wesentlich von der Muriumsäure.]

β) Eigenschaften: Farbloses Gas von sehr saurem Geschmack, stechendem, Husten erregenden Geruch, von einer Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) = 2,71. Es röthet stark das Lackmus, erzeugt an der Luft stärkere Nebel als das Muriumsäurehydrat, auf der Haut Entzündung und Ju-

cken, ist nicht brennbar und auch unfähig das Brennen anderer Körper zu unterhalten, zum Athemholen untauglich und giftig wie das muriums. Gas. — Wird dieses Gas in Wasser geleitet, so absorbirt letzteres eine grosse Menge desselben, indem die *wässerige Bromsäure* entsteht; welche eine farblose Flüssigkeit darstellt, dichter ist als Wasser, beständig weisse Dämpfe ausstösst, und sich überhaupt wie die wässerige Muriumsäure verhält.

[Ausgiebiger wird die wässerige Bromsäure erhalten: *a*) wenn man Phosphor mit Wasser übergiesset, und so lange broms. 6fachoxydirte Bromsäure hinzufügt, bis der Phosphor verschwunden ist; wobey unter heftiger Licht- und Wärmeentbindung Phosphorsäure entstehet, und hierauf die wässerige Bromsäure gelinde abdestillirt wird; *b*) wenn man broms. Antimonoxyd stark mit Wasser verdünnt, wobey diess in basisches Salz umgewandelt niederfällt, und freye Bromsäure im Wasser bleibt; *c*) wenn man das bromsaure Kaliumoxyd mit 3/4 seines Gewichtes conc. Schwefelsäure, die vorher mit 16 Th. Wassers verdünnt wurde, destillirt, und aus dem Destillat, an der Luft, die entstandene schwefligte Säure und Bromdoppelsäure entweichen lässt.]

γ) Zersetzung: In allen Fällen, so wie beym Muriumsäurehydrat (§. 494, 1, γ), doch mit dem Unterschiede, dass die Bromsäure noch mehr zur Bildung einer Doppelsäure tendirt, als die Muriumsäure, und daher nicht nur wie diese letztere den Hyperoxyden, sondern selbst den stärkern Säuren Oxygen entziehen kann (s. oben α, und §. 508, dann §. 509, 3).

Auch in der Unzersetzbarkeit durch Hitze, Oxygengas und Kohle stellt sich das Bromsäurehydrat neben das Muriumsäurehydrat (§. 494, 1, γ).

2) Die fernern Verbindungen der Bromsäure kommen weiterhin noch vor.

2. Verbindungen der 6fachoxyd. Bromsäure.

§. 509. Die 6fachoxyd. Bromsäure gehet mit gleich hoch zusammengesetzten Körpern, wie die 6fachoxyd. Muriumsäure Verbindungen ein, und bewährt dabey eine Sät-

tigungscapacität = 6,764. — Die *6fachoxyd. broms. Salze, Salia oxybromica* (bromsaure Salze, Salia bromica) insbesondere werden erzeugt: *a*) Durch unmittelbare Verbindung der wässerigen Säure mit Basen; *b*) durch Zersetzung der broms. 6fachoxyd. Bromsäure mittelst wässeriger Alkalien, wobey, wie bey den 6fachoxyd. muriums. Salzen (§. 496) broms. und 6fachoxyd. broms. Salze entstehen; *c*) durch Digestion der Bromdoppelsäure mit Metalloxyden und Wasser, unter gleichem Erfolg; *d*) durch Zersetzung der muriums. 6fachoxyd. Bromsäure mit Alkalien, wobey muriums. und 6fachoxyd. broms. Salze entstehen.

Diese Salze sind zum Theil krystallisirbar, und reagiren nicht auf die Pigmente. Sie werden zersetzt *α*) durch Hitze wie die der 6fachoxyd. Muriums. (§. 496, *α*); *β*) durch brennbare Substanzen, eben so (§. 496, *β*); *γ*) durch Muriumsäure oder Bromsäure, welche broms. 6fachoxydirte Bromsäure, aber kein Oxygengas entbinden; *δ*) durch verdünnte Schwefel-, Azot-, Phosphor-, Klee- und Essigsäure, die schon in gelinder Wärme die Basen binden, während die ausgeschiedene Säure in broms. 6fachoxyd. Bromsäure und Ogas zerfällt; *ε*) durch Silber- und Mercuroxydsalze, welche weisse Niederschläge damit erzeugen.

Die Verbindungen im Einzelnen sind:

1) *6fachoxyd. Bromsäure mit Wasser.* Das *Hydrat der 6fachoxyd. Bromsäure* (*6fachoxydirte broms. Hydrogenoxyd, Oxybromas hydricus*) (Bromsäurehydrat) muthmasslich = $\overset{:::}{Br}$ = 1590,780 ist isolirt noch nicht dargestellt.

α) Darstellung: Die wässerige Auflösung indessen erhält man durch dieselben Verfahrungsarten, wie bey dem Hydrat der 6fachoxyd. Muriumsäure (§. 496, 1, *α*).

β) Eigenschaften: Farblose, geruchlose, rein sauer schmeckende, syrupähnliche Flüssigkeit; welche das Lackmus röthet, und nur nach längerer Zeit zerstört, und mit Silberoxyd und Mercuroxydulsalzen weisse Niederschläge erzeugt.

γ) Zersetzung: *a*) durch Erhitzung schon beym Versuch

einer weitern Concentration, in broms. 6fachoxyd. Bromsäure und Oxygengas; *b*) durch conc. Schwefelsäure mittelst Wasserentziehung, eben so; *c*) durch schweflige Säure, Muriumsäurehydrat, Bromsäurehydrat, Jodsäurehydrat oder Schwefelhydrogen; indem unter heftiger Reaction Schwefelsäure und Bromdoppelsäure, muriums. 6fachoxyd. Bromsäure, broms. 6fachoxyd. Bromsäure, jodsaure 6fachoxyd. Bromsäure oder broms. Schwefeloxyd und Wasser entsteht, und in allen Fällen Wasser ausgeschieden wird.

2) *6fachoxydirte Bromsäure mit Muriumsäure.* Die *muriums. 6fachoxyd. Bromsäure*) (*Acidum muriatico-oxybromicum*) (Chlorbrom, Bromum chloratum) = $\overset{::::}{Br}\,\underline{\ddot{M}}^5$ = 3191,550 = (53,681 $\underline{\ddot{M}}$ + 46,319 $\overset{::::}{\underline{Br}}$) entsteht, wenn man das Gas der muriums. 6fachoxyd. Muriums. durch broms. 6fachoxyd. Bromsäure leitet, und die entweichenden Dämpfe künstlich erkältet. — Sie erscheint als eine (weniger als die Bromdoppelsäure) röthlich gelbe sehr flüchtige Flüssigkeit; welche einen durchdringenden, zu Thränen reitzenden Geruch und höchst unangenehmen Geschmak besitzt, gelbe Dämpfe entbindet, und das Lackmus ohne Röthung zerstört. Metalle gehen in ihrem Dampfe schnell in muriums. und broms. Salze über. In wässerige Alkalien geleitet erzeugt sie muriums. und 6fachoxyd. broms. Salze.

Diese Doppelsäure ist, wie die Muriumdoppelsäure, im Wasser auflöslich. Die gelbliche Auflösung bleibt noch bey — 20° C. unverändert, gefriert aber bey grösserer Kälte gleichförmig. — Mit wenig Wasser (0,4556 des eigenen Gewichtes) bildet sie, unter denselben Umständen wie die Muriumsäure, gelbe spiessige Krystalle oder eine blätterige Masse (§. 496, 2, β) u. s. w. — Sie wird endlich auf analoge Weise wie jene zersetzt (§. 496, 2, γ).

3) *6fachoxyd. Bromsäure mit Bromsäure.* Die *bromsaure 6fachoxydirte Bromsäure*, *Acidum bromico-oxybromicum* (Brom, Bromum) = $\overset{::::}{Br}\,\underline{\ddot{Br}}^5$ = 5869,800 = (74,815 $\dot{Br}$

$+ 25{,}185\ \overset{::::}{\underline{\mathrm{Br}}}$) wurde von *Balard*, 1826, entdeckt, und aus dem Seewasser, und zwar aus der Mutterlauge des Seesalzes, dargestellt.

[Diese Doppelsäure wird von den Chloristen als ein einfacher Stoff angesehen, und mit Br (Brom) = 978,300 bezeichnet; woraus dann folgt, dass auch alle übrigen Verhältnisse des Broms nach der chloristischen Theorie geordnet sind (§. 497). Dessbalb sind daher auch hier die chloristischen Benennungen beygefügt und mit kleinerer Schrift ausgezeichnet worden.]

α) Darstellung: Diese geschieht im Wesentlichen auf dieselbe Art wie bey der Darstellung der Muriumdoppelsäure (§. 496, 2, *α*).

[Da indessen reine broms. Salze nicht zu Gebothe stehen, so bedienet man sich dabey in der Regel der Mutterlaugen des Seesalzes oder anderer Salzsiedereyen; welche gewöhnlich nebst muriums. Salzen auch broms. Magniumoxyd enthalten. Bey diesen würde also, wie leicht einzusehen, nebst der Bromdoppelsäure auch Muriumdoppelsäure gebildet werden; daher denn das Verfahren in so fern abgeändert werden muss, als man statt der Schwefelsäure Muriumsäure verwendet, die wohl das broms. nicht aber das muriums. Salz zersetzt. — Zu dem Ende wird die Mutterlauge so lange krystallisirt, bis nur noch unkrystallisirbare Salze in derselben enthalten sind. Dann wird so lange gasförmige muriums. 6fachoxyd. Muriumsäure in die Fl. geleitet, als noch die röthlich gelbe Färbung zunimmt. Die Muriumdoppelsäure tritt hierbey als gemeine Muriumsäure mit der Basis zusammen, und überlässt zugleich ihr überschüssiges Oxygen an die ausgetriebene Bromsäure, so dass sie dadurch in Bromdoppelsäure umgewandelt wird. Die Flüssigkeit wird hierauf mit Aether zusammengeschüttelt, welcher die Bromdoppelsäure mit hyacinthrother Färbung aufnimmt. Diese oben aufschwimmende ätherische Auflösung wird ferner abgezogen und mit Kaliumoxydauflösung zusammengeschüttelt; wobey broms. und 6fach oxyd. broms. Kaliumoxyd entstehen. Die Fl. wird endlich bis zur Trockenheit abgedampft, das rückständige Salz (um die organischen Theile, welche durch Zersetzung des Aethers beygemischt seyn können, zu zerstören) ausgeglüht und zuletzt mit $1/3$ Manganhyperoxyd vermengt, mit einer Mischung aus fast 1 Th. conc. Schwefelsäure und $1/2$ Th. Wasser übergossen und gelinde mit der Vorsicht destillirt, dass das Destillat in sehr kalt

gehaltenen Vorlagen gesammelt werde. — Soll die Doppelsäure wasserfrey seyn, so muss sie über muriums. Calciumoxyd abgezogen werden.

Diese Doppelsäure entsteht auch, wenn wäss. Bromsäure mit wäss. Azotsäure vermischt wird; allein sie ist sodann mit azotigter Säure vermischt, und überhaupt analog dem sogenannten Königswasser (§. 496 am Schlusse).]

β) Eigenschaften: Diese Doppelsäure ist sehr analog der Muriumdoppelsäure (§. 496, 2, β), tropfbar, sehr dünnflüssig, im reflectirten Lichte dunkelroth, fast schwarz, in dünnen Schichten hyacinthroth, in der Dichtheit = 2,966, erstarrt bey — 18° bis 20° C. zur krystallinischen, spröden, im Bruche blätterigen gelbbraunen Masse. — Bey + 45° C. verdampft sie an der Luft als gelbrothes Gas von 5,0 Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1). Sie besitzt einen unangenehmen, durchdringenden, an andern Körpern festhaftenden, dem der 2fachoxyd. Muriumsäure, und bey grosser Verdünnung, dem der Blausäure ähnlichen Geruch, schmeckt stark, eigenthümlich, schrumpfend, brennend und widrig; leitet nicht die Elektricität; wirket auf die Organe des Athemholens u. s. w. in der Hauptsache fast noch gefährlicher als die Muriumdoppelsäure (Gegenmittel: Ammoniakgas, Alkoholdampf, am besten Schwefelhydrogen); färbt die Haut, und zerstört sie; zerfrisst selbst das Holz mit gelber Färbung; zerstört die blauen org. Pigmente, die Miasmen, Gerüche etc. etc., und unterhält das Brennen anderer Körper, und verhält sich überhaupt so wie die Muriumdoppelsäure.

Zum Wasser hat sie eine grosse Anziehung, und nimmt unter denselben Umständen wie die Muriumdoppelsäure (§. 496, β), 0,545 Wasser auf, indem sie zu hyacinthrothen Krystallen anschiesset; welche bey mehr als + 15° C. in zwey flüssige Schichten zerfallen, deren obere Wasser mit wenig Doppelsäure, die untere fast wasserfreye Doppelsäure ist. — Mit mehr Wasser bildet sie eine wässerige Auflösung von dunkelrother Farbe. — Sie ist ferner in wäss.

Azot- und Muriumsäure auflöslich, und diese Auflösungen wirken wie Königswasser.

γ) Zersetzung: Fast wie bey der Muriumdoppelsäure, mit dem Unterschiede jedoch, dass sie schwieriger Oxygen abgibt, als diese (§. 496, γ). Sie wird daher auch mit Hydrogengas gemengt, durch das Licht nicht, wohl aber durch Hitze zersetzt. — Die wäss. Auflösung hingegen zerfällt schon im Sonnenlichte wie die der Muriumdoppelsäure, und so in allen übrigen Fällen. — Mit dem Jodsäurehydrate erzeugt sie Bromsäurehydrat und jodsaure 6fachoxydirte Jodsäure; weil das Jod dem Oxygen noch näher verwandt ist als das Brom.

4) Die fernern Verbindungen der 6fachoxyd. Bromsäure kommen weiterhin noch vor.

IV. Verbindungen des Broms auf der 4. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Bromsäurehydrates.*

§. 510. Ohne Zweifel verhält sich das Bromsäurehydrat in allen Fällen analog wie das Muriumsäurehydrat (§. 499). Vorläufig kennet man indessen folgende Verbindungen im Einzelnen.

1) *Bromsäurehydrat mit Ammoniak.* Das *broms. Ammoniakhydrat* (*Bromas ammoniae*) (Bromammonium, Ammonium bromatum) = $(\dot{A}H^2 + H) + (\dot{H}Br)$ = 1205,255, wird durch unmittelbare Verbindung oder durch Einwirkung der Bromdoppelsäure auf Ammoniak dargestellt. Im letzten Falle wird ein Theil des Ammoniaks zersetzt, indem $\dot{A}$ entweichet, und das Hydrogen des Ammoniaks, Wasser erzeugend, die Bromdoppelsäure auf gemeine Bromsäure desoxydirt; die dann mit Ammoniak vereinigt wird. — Dieses Salz erscheint im trockenen Zustande fest und weiss, krystallisirt prismatisch, schmeckt scharf salzig, ist leicht auflöslich im Wasser, wenig im Weingeist, und verliert an der Luft Ammoniak, indem es gelb wird, und sodann sauer reagirt.

2) Die fernern Verbindungen kommen weiterhin noch vor.

2. *Verbindungen des Hydrates der 6fachoxyd. Bromsäure.*

§. 511. Sie verhalten sich ohne Zweifel analog wie die des Hydrates der 6fachoxyd. Muriumsäure, sind jedoch noch weniger untersucht.

1) *6fachoxydirt-bromsaures Ammoniakhydrat* (*Oxybromas ammonicus*) (bromsaures Ammoniak, Ammoniacum oxybromatum) $(\underline{\underline{A}}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + (\dot{\underline{H}}\ \overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{B}}r) = 1705{,}255$, wird durch unmittelbare Verbindung dargestellt, krystallisirt in Nadeln oder Körnern, schmeckt sehr stechend und kühlend.

V. Verbindungen des Broms auf den höheren Stufen der Zusammensetzung.

§. 512. Wahrscheinlich sehr analog denen des Muriums.

Achtes Kapitel.

Jod.

§. 513. Das *Jod* (*Jodum*) = J ist ein dem Murium und Brom sehr analoger Stoff; welcher aber bisher isolirt nicht dargestellt, und nur aus seinen Verbindungen erschlossen werden konnte. Es kommt nur in geringer Menge, in mehreren Fucusarten, besonders in der Asche derselben, und der daraus bereiteten Soda, als: in der Varec-Asche, im Kelp, in der spanischen Barille, in verschiedenen Strandpflanzen und Seethieren, im Meerwasser, im Steinsalz, in manchen Salzsoolen, in andern Mineralquellen, und selbst in einem Mineral (dem jods. Silberoxyd) in Gestalt der jodsauren Salze vor.

I. Verbindungen des Jods auf der 1. Stufe der Zusammensetzung.

§. 514. Das *Jod* (=aräoid), auf dieser Stufe der Zusammensetzung, $= \underline{I} = 1278{,}290$ ist gleichfalls isolirt nicht dargestellt; doch kann dasselbe, wie das Murium und Brom,

aus seinen Verbindungen erschlossen werden: welchen es überhaupt sehr analog seyn muss.

II. Verbindungen des Jods auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Jods mit Oxygen.*

§. 515. Aus den Verbindungen des Jods überhaupt hat man, wie beym Murium und Brom, geschlossen: dass sich dasselbe mit dem Oxygen in 4 Verhältnissen, nähmlich mit 2, 4, 6 und 8 At. $\underline{O}$ verbinden könne; welche Verbindungen *Jodsäure*, *2fachoxyd. Jodsäure*, *4fachoxyd. Jodsäure* und *6fachoxyd. Jodsäure* genannt worden sind. Nach der Analogie könnte man wohl schliessen, dass auch noch eine Verbindung mit 10 At. $\underline{O}$ möglich sey.

a) Jodsäure.

§. 516. Die *Jodsäure* (*Acidum jodicum*) $= \ddot{\underline{I}} =$ 1478,290 = (86,47 $\underline{I}$ + 13,329 $\underline{O}$) ist bis jetzt wie die Muriumsäure isolirt nicht darstellbar, und kann wahrscheinlich wie diese isolirt nicht bestehen, und auch nicht zersetzt werden. Sie bildet höhere Verbindungen.

b) 2fachoxyd. Jodsäure.

§. 517. Als *2fachoxyd. Jodsäure* (*Superoxydum jodicum*) (Jodoxyd, Jodum oxydulatum) $= \overset{::}{\underline{I}}$ 1678,290, dürfte vielleicht jene gelbe, durchsichtige, eigenthümlich riechende, herb und widrig schmeckende, das Lackmus grün färbende, einem starren Oehle ähnliche Substanz anzusehen seyn; die *Sementini* erhielt, als er über, in einer glühenden Röhre befindliche, jodsaure 6fachoxyd. Jodsäure Oxygengas leitete. — Sie war im Wasser und Weingeist leicht auflöslich, und entzündete sich schon bey der Berührung mit Kalium oder Phosphor (*Schw.* J. XLIX, 103).

c) 4fachoxyd. Jodsäure.

§. 518. Als *4fachoxyd. Jodsäure* (*Acidum oxyjodo-

sum) (jodige Säure, Jodum oxydatum, Acidum jodosum) = I = 1878,290, lässt sich vor der Hand eine Substanz ansehen, die *Sementini* erhielt, als er bey der vorhin (§. 517) erwähnten Operation das erhitzte Oxygengas fortwährend auf die entstandene gelbe Substanz strömen liess. — Diese zerfloss dabey endlich zu einem gelben öhlähnlichen Fluidum, welches *Sementini* für 4fachoxyd. Jodsäure hielt. Sie schmeckte schwach sauer, aber sehr herb und unangenehm, röthete Lackmus, verdampfte an der Luft ohne Rückstand, entzündete sich mit Phosphor, Kalium und Sodium, und bläute nicht das Amylum.

[Diese Säure wird nach *S.* auch erhalten, wenn man 6fachoxyd. muriums. Kaliumoxyd bis zur Entbindung des Oxygens in einer tub. Retorte erhitzt, und hierauf durch den Tubulus jods. 6fachoxyd. Jodsäure in einem eisernen Löffel einbringet; wobey diese letztere zuerst in Dampf übergehet, aber auch bald wieder verschwindet, und als 4fachoxyd. Jodsäure in den Hals der Retorte in gelben Dämpfen austritt (*Schw.* J. XLIX, 103).

d) 6fachoxyd. Jodsäure.

§. 519. Die *6fachoxyd. Jodsäure* (*überoxyd. Jodsäure Acidum oxyjodicum*) (Jodsäure, Acidum jodicum) = I = 2078,290 = (61,507 I + 38,493 O) ist isolirt noch nicht dargestellt worden; indem sie wahrscheinlich, wie die 6fachoxyd. Muriumsäure, nur in Verbindung mit andern Körpern existiren kann. Sie bildet eine Reihe eigenthümlicher Verbindungen mit andern Körpern.

III. Verbindungen des Jods auf der 3. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen der Jodsäure.*

§. 520. Die Jodsäure verbindet sich mit vielen andern gleich hoch zusammengesetzten Substanzen, sowohl unorganischer, als organischer Abkunft, und zeiget dabey eine Sättigungscapacität = 6,76.

Die *jodsauren Salze* (*Salia jodica*) (hydrojodsaure Salze,

Salia hydrojodica, und im wasserfreyen Zustande gedacht: Jodmetalle, Jodata) entstehen auf denselben Wegen, wie die muriums. Salze (§. 494).

Diese Salze sind den muriums. Salzen analog, meistens im Wasser, und oft auch im Weingeist auflöslich, und mehrere schön gefärbt. Auf den thierischen Organismus wirken sie giftig.

Die Auflösungen dieser Salze sind fähig, viel jods. 6fachoxyd. Jodsäure aufzunehmen. (Man hat diese Verbindungen als Salze einer eigenthümlichen Säure (hydrojodigsaure Salze, Salia hydriodosa) angesehen. Dagegen spricht aber ihre braune Farbe, und der Umstand, dass sie schon bey Zusatz von mehr Wasser, jods. 6fachoxyd. Jodsäure fallen lassen.)

Sie werden nicht ganz wie die muriumsauren, mehr hingegen wie die broms. Salze zersetzt. Einige zerfallen, im Oxygengas geglüht, in Metalloxyd und jodsaure 6fachoxyd. Jodsäure. — Muriumsäurehydrat scheidet daraus die Jodsäure als Hydrat, wenn Glühhitze vorwaltet. — Werden sie glühend von der muriums. 6fachoxyd. Muriumsäure bestrichen, so entsteht nebst muriums. Salze, jods. 6fachoxyd. Jodsäure, und muriums. 6fachoxyd. Jodsäure. Phosphorsäure scheidet aus den wasserhaltigen Salzen, phosphors. Salze bildend, ein Gemenge von Jodsäure und jods. 6fachoxyd. Jodsäure (ohne Zweifel, weil ein Theil der Phosphorsäure desoxydirt wird). — Schwefelsäure, Azotsäure und muriums. 6fachoxyd. Muriumsäure bilden damit schwefel-, azot- oder mursiumsaure Salze; indem sie zum Theil in schwefligte Säure, Azotoxydgas und Muriumsäure desoxydirt werden, und jods. 6fachoxyd. Jodsäure ausgeschieden wird.

Diese Salze geben mit Silberauflösung einen weissen, im Ammoniak unauflöslichen, mit Mercuroxydulsalzen einen grünlichgelben, mit Mercuroxydsalzen einen scharlachrothen, mit Bleyoxydsalzen einen oraniengelben Niederschlag.

Einzelne Verbindungen der Jodsäure:

1) *Jodsäure mit Wasser.* Das *Jodsäurehydrat* (*jods. Hy-*

drogenoxyd, Jodas hydricus) (Hydrojodsäure, Acidum hydrojodicum) = $\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{I}}$ = 1590,170 = (92,929 $\underline{I}$ + 7,071 $\dot{\underline{H}}$) wurde von *Gay-Lussac* entdeckt. — Kommt frey in der Natur nicht vor.

α) Darstellung: Kann nicht wie bey der Muriumsäure mittelst Schwefelsäure aus den jods. Salzen geschehen, weil die freywerdende Jodsäure einen Theil der Schwefelsäure desoxydirt, und Joddoppelsäure entstehet. — *a*) 9 Th. jodsaure 6fachoxyd. Jodsäure werden mit 1 Th. Phosphor vermengt in einer Glasröhre, mit Glaspulver bedeckt, bis zur Vereinigung erwärmt; nach dem Erkalten wird das Gemenge mit wenig Wasser befeuchtet, und gelinde erwärmt. — Es entstehet anfangs phosphorigte Säure und Jodsäure, beyde werden dann durch das Wasser Hydrate, und das entweichende Gas des Jodsäurehydrates wird (weil es sich über Mercur schnell zersetzt) dadurch aufgefangen, dass man die Entbindungsröhre am Boden der Vorlage ausmünden lässt; *b*) das Hydrat der unterphosphorigten Säure wird bis zur Entbindung von Phosphorhydrogen abgedampft, dann mit gleichen Theilen jods. 6fachoxyd. Jodsäure gemengt, und gelinde erhitzt. (Hier kann die Auffangung über Mercur geschehen, weil die Gasentbindung sehr rasch von Statten geht.)

β) Eigenschaften: Farbloses, scharf sauer schmeckendes und stechend sauer riechendes Gas, von 4,443 Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) (*Gay-Lussac*), 4,3849 (*Berz.*). An der Luft erzeugt es weisse Nebel, röthet stark das Lackmus, ist nicht brennbar, und taugt, wie das Muriumsäurehydrat, nicht zum Athemholen und zur Unterhaltung des Brennens anderer Substanzen.

Vom Wasser wird dieses Gas eben so begierig, als das Muriumsäurehydrat, aber in geringerer Menge absorbirt, und stellt damit die *wässerige Jodsäure* (Hydrojodsäure) dar. Diese erhält man auch *a*), wenn Phosphor mit jods. 6fachoxyd. Jodsäure und Wasser destillirt wird; *b*) wenn man in ein

Gemenge von Wasser und jods. 6fachoxyd. Jodsäure unter beständigem Umrühren überschüssiges Schwefelhydrogen leitet; wobey diese Zuthaten in wässerige Jodsäure, Schwefel und Wasser zerfallen, und die Flüssigkeit durch Erhitzen vom überschüssigen Schwefelhydrogen, und durch Filtriren vom präcipitirten Schwefel befreyt wird. — Die gesättigte wäss. Jodsäure ist farblos, schmeckt und riechet wie die conc. wäss. Muriumsäure, und erzeugt wie diese an der Luft weisse Dämpfe. Beym Erhitzen verliert sie viel Gas, und erlangt sodann eine Dichtheit = 1,70; indem der Siedepunct bis auf + 125 — 128° C. steiget, und dann die Säure überdestillirt.

γ) Zersetzung: Das Gas wird zersetzt, *a*) wenn es, mit Oxygengas gemengt, durch glühende Porzellanröhren getrieben wird, in Wasser und jods. 6fachoxyd. Jodsäure; *b*) durch gleiche Behandlung mit muriums. 6fachoxyd. Muriumsäure, in Muriumsäurehydrat und jods. 6fachoxyd. Jodsäure, oder nach Verhältniss auch in muriums. 6fachoxyd. Jodsäure; *c*) durch Azotsäure, Schwefelsäure und andere oxydirte Substanzen, selbst Salze, die damit sämmtlich auf niedrigere Oxyde herabgehen, und jods. 6fachoxyd. Jodsäure erzeugen; *d*) durch 6fachoxyd. Jodsäure, die damit unter Ausscheidung von Wasser jods. 6fachoxyd. Jodsäure erzeugt; *e*) durch Metalle und Metalloxyde, wie die Muriumsäure.

Die wäss. Säure gibt in der galv. Kette jods. 6fachoxyd. Jodsäure am + und Hydrogengas am — Pol, und verhält sich zu den Metallen und Metalloxyden ähnlich wie die Muriumsäure; unterscheidet sich aber vorzüglich darin, dass sie an der Luft Oxygen absorbirt, und zum Theil in jods. 6fachoxyd. Jodsäure übergehend, gelbbraun gefärbt wird.

[Dieses Gemenge von wäss. Jodsäure und jods. 6fachoxyd. Jodsäure sehen einige Chemiker als eine eigenthümliche Säure an (hydrojodige Säure, jodhaltende Hydrojodsäure).]

2) *Jodsäure mit unterazotigter oder azotigter Säure.* Wenn man jods. 6fachoxyd. Jodsäure mit wäss. Ammoniak übergiesset; so erfolgt (wie §. 494, 3, mit der Muriumdoppelsäure) die Zersetzung von einem Theile des Ammoniaks, während der andere Theil jods. Ammoniak bildet. Der zersetzte Theil des Ammoniaks erzeugt mit der 6fachoxyd. Jodsäure der Doppelsäure ein schwarzes Pulver, welches auf dem Filtrum gewaschen wird. — Diese schwarze Substanz entsteht auch, wenn man die Auflösung der jods. 6fachoxyd. Jodsäure im Königswasser mit überschüssigem Ammoniak präcipitirt, oder die gesättigte Auflösung der jods. 6fachoxyd. Jodsäure in Alkohol mit einem Uebermasse von Ammoniak versetzt, und dann durch viel Wasser die Fällung bewirkt. Man hat diese Substanz in neuerer Zeit Jodstickstoff, J o d u m a z o t a t u m genannt. — Ihre Bestandtheile sind noch keineswegs mit Sicherheit ausgemittelt, wenn sie aber den bisherigen Angaben entsprechen, so müsste sie aus $\overset{::}{\underline{A}}\ddot{\underline{I}}^{3}$, oder vielleicht aus $\overset{::}{\underline{A}}\ddot{\underline{I}}^{4}$ bestehen, und im letzten Falle ihre Atomzahl = 6390,196 seyn: wornach sie dann auch *jodsaure, unterazotigte Säure* heissen könnte (vergl. auch §. 494, 3, die Anm.).

Diese Substanz ist fast noch gefährlicher als die analoge Verbindung der $\ddot{\underline{M}}$ (s. §. 494, 3); denn sie explodirt nicht nur beym Erhitzen, sondern oft freywillig schon beym Trocknen, und nicht selten durch rasche Berührung auch unter der Flüssigkeit, äusserst heftig; indem sie mit violettem Leuchten in Azotsuboxydul und jods. 6fachoxyd. Jodsäure zerfällt. — Im nassen Zustande der Luft ausgesetzt, entstehen dieselben Producte und etwas Jodsäure; und dieselbe Zersetzung bewirket auch siedendes Wasser. Mit Schwefelhydrogen zerfällt jene Substanz in gemeinen Schwefel, Jodsäurehydrat und Ammoniak. — Mit brennbaren Körpern erfolgt Explosion.

3) Die weitern Verbindungen der Jodsäure kommen in der Folge vor.

2. *Verbindungen der 4fachoxyd. Jodsäure.*

§. 521. Wenn man in der conc. wäss. Auflösung des Sodiumoxydhydrates so lange jods. 6fachoxyd. Jodsäure auflöset, bis sie anfängt sich braun zu färben, so krystallisirt, nach *Mitscherlich*, aus dieser Flüssigkeit, beym Verdünsten in kalter Luft, ein eigenthümliches Salz in 6seitigen Prismen; welches nach der Analyse als eine Verbindung aus 4fachoxyd. Jodsäure mit Sodiumoxyd und Wasser erscheint. — Da sich dieselbe aber nach denselben Zahlen auch als ein Doppelsalz aus 1 At. jodsaurem mit 1 At. 6fachoxyd. jodsaurem Sodiumoxyd und Krystallwasser ansehen lässt; so ist dadurch noch nicht unzweifelhaft erwiesen, dass *4fachoxyd. jods. Salze* (jodigsaure Salze) existiren können (*Pogg.* An. XI, 162; XVII, 481).

Die wäss. Auflösungen der jods. und auch anderer Salze lösen überhaupt mehr jods. 6fachoxyd. Jodsäure auf, als reines Wasser. Dass aber auch dieser Umstand nicht für ähnliche Verbindungen spricht, geht aus dem hervor, was bey der 4fachoxyd. Muriumsäure angeführt ist (§. 495).

3. *Verbindungen der 6fachoxyd. Jodsäure.*

§. 522. Die 6fachoxyd. Jodsäure verbindet sich mit vielen gleich hoch zusammengesetzten Substanzen, und bildet mit den Basen insbesondere die *6fachoxyd. jods. Salze*, *Salia oxyjodica* (jodsaure Salze, Salia jodica), und bewährt dabey eine Sättigungscapacität = 4,812.

Diese Salze entstehen auf denselben Wegen wie die 6fachoxyd. broms. Salze, durch Zersetzung der muriums. 6fachoxyd. Jodsäure, und der jods. 6fachoxyd. Jodsäure (§. 509), und die Trennung der dabey zugleich entstehenden 6fachoxyd. jodsauren von dem jodsauren Salze geschieht dadurch, dass man die Flüssigkeit zur Trockniss abdampft, und das letztere mit Alkohol auszieht.

Diese Salze sind den 6fachoxyd. muriums. Salzen sehr analog. Sie sind im Wasser schwer, und viele gar nicht

auflöslich, und unauflöslich im Weingeist. Die meisten sind krystallisirbar.

Sie werden zersetzt: *a*) durch Hitze wie die 6fachoxyd. muriums. Salze (§. 496); *b*) durch brennbare Körper eben so, doch verpuffen sie viel schwächer; *c*) durch erhitzte wäss. Muriumsäure in muriums. Salz und jods. 6fachoxyd. Jodsäure; *d*) durch höher oxydirbare Säuren, als: schwefligte Säure, in schwefels. Salz und jods. 6fachoxyd. Jodsäure; *e*) durch Schwefelhydrogen, in Wasser, Schwefelniederschlag und jods. Salz; *f*) durch Muriumsäure, in muriums. 6fachoxyd. Muriumsäure und jods. Salz; *g*) durch Schwefelsäure, in schwefels. Salz und 6fachoxyd. Jodsäure; *h*) durch Jodsäure, welche zum Theil mit der Basis zum jods. Salze, zum Theil mit der abgeschiedenen Säure zu jods. 6fachoxyd. Jodsäure verbunden wird.

Diese Verbindungen im Einzelnen sind:

1) *6fachoxydirte Jodsäure mit Wasser.* Das *Hydrat der 6fachoxydirten Jodsäure* (*6fachoxydirt-jods. Hydrogenoxyd*, *Oxyjodas hydricus*) (Jodsäurehydrat) $= \underline{\dot{H}}\ \underline{\overset{::::}{I}}$ wurde von *Davy* entdeckt.

a) Darstellung: *a*) (nach *Serullas*). 2 Th. 6fachoxydirt jods. Sodiumoxyd werden mit 1 Th. conc. Schwefelsäure (verdünnt durch 10 Th. Wasser) 15 Minuten lang gekocht, und hierauf bey + 24° C. abgedampft, wobey 2fachschwefels. Sod. in der Fl. entsteht, und die 6fachoxydirte Jodsäure als weisse salzähnliche Masse niedergeschlagen wird, die man absondert und umkrystallisirt. *b*) (nach *Connel*) 1 Th. jods. 6fachoxyd. Jods. wird mit 5 Th. Azotsäure von 1,52 Dichtheit (die von unterazotigter Säure frey seyn muss, weil diese desoxydirend wirket) im Wasserbade destillirt, wobey Azotoxydgas und die überschüssige Azotsäure übergehet, und die erzeugte 6fachoxyd. Jodsäure im Rückstande bleibt; die, falls sie noch röthlich wäre, von der anhängenden jods. 6fachoxyd. Jodsäure durch Umkrystallisiren befreyt werden kann.

[Nach *Davy* soll die mit Hülfe anderer Säuren dargestellte 6fachoxydirte Jodsäure immer mit diesen Säuren verunreinigt seyn (was *Serullas* wenigstens in Beziehung auf die Schwefelsäure läugnet), oder vielmehr mit denselben Doppelsäuren bilden. Er stellte diese Säure daher, um sicher zu seyn (?), auf folgende Art dar. — Durch muriums. Calciumoxyd getrocknete 2fachoxyd. Muriumsäure (die man aus 10 Th. 6fachoxyd. muriums. Kaliumoxyd und 40 Th. Muriumsäure von 1,105 Dichtheit entwickelte) wurde auf 4 Th. jods. 6fachoxyd. Jodsäure geleitet; wobey eine gelbe flüssige Mischung aus 6fachoxyd. Jodsäure und muriums. 6fachoxyd. Jodsäure gebildet wurde: aus welcher durch gelinde Erwärmung die Doppelsäure verflüchtiget werden konnte, und zuletzt nur die 6fachoxyd. Jodsäure als eine weisse Masse im Rückstande blieb. (*Pogg.* Ann. XVIII, 97, 112. — *Schw.* J. II, 492, 496; s. auch Ann. de Chim. XLIII, 127, 216.)]

β) Eigenschaften: Das durch Abdampfen bis zur Syrupconsistenz zur Krystallisation gebrachte Hydrat schiesset in (vielleicht Krystallwasser haltenden) 6seitigen durchsichtigen farblosen Tafeln an; die schwerer sind als conc. Schwefelsäure, einen der Joddoppelsäure ähnlichen Geruch, und einen scharfen zusammenziehenden Geschmack besitzen, in feuchter Luft zerfliessen, in trockener unverändert bleiben, und im Wasser leicht, im Weingeist wenig auflöslich sind. Die Auflösung röthet zuerst und bleicht dann das Lackmus; das Gold löst sie nicht auf.

γ) Zersetzung: *a*) Durch Hitze bis + 200° C., in jods. 6fachoxyd. Jodsäure und Oxygengas; *b*) durch Erhitzung mit brennbaren Substanzen, unter Detonation; *c*) durch Muriumsäure, schwefligte Säure, Schwefelhydrogen und s. w. in jods. 6fachoxydirte Jodsäure, während muriums. 6fachoxydirte Muriumsäure oder Schwefelsäure entstehet; *d*) durch Jodsäurehydrat in Wasser und jods. 6fachoxyd. Jodsäure. — Licht, Schwefelsäure und Azotsäure wirken nicht zersetzend.

2) *6fachoxyd. Jodsäure mit Azotsäure. Davy* gibt an, dass eine solche Doppelsäure existire, und in farbenlosen rhomboëdrischen Tafeln anschiesse (s. oben 1, α).

3) *6fachoxyd. Jodsäure mit Muriumsäure.* Die *muriums, 6fachoxyd. Jodsäure* (*Acidum muriatico-oxyjodicum*) (Chlorjod, Jodchlorid, Jodum chloratum) = $\overset{::::}{\underline{I}}\ \overset{..}{\underline{M}}^5$ = 3791,540 = (45,450 $\overset{..}{M}$ + 54,550 $\overset{::::}{\underline{I}}$) entsteht, wenn man gasförmige muriums. 6fachoxyd. Muriumsäure auf jods. 6fachoxydirte Jodsäure leitet, indem die Temperatur bis auf 100° C. steigt, als eine gelbe feste Substanz; welche den Geruch beyder Zuthaten besitzt, schwach sauer, aber zusammenziehend und beissend schmeckt, an der Luft Feuchtigkeit anzieht, mit Wasser, und so mit Alkohol in eine farblose Auflösung der Hydrate beyder Säuren zerfällt, und mit Alkalien muriums. und 6fachoxyd. jods. Salze bildet. Beym Erhitzen entweichet muriums. 6fachoxyd. Muriumsäure, während jods. 6fachoxyd. Jodsäure zurückbleibt; weil die flüchtigere Muriumsäure der 6fachoxyd. Jodsäure etwas Oxygen entzieht.

[Hat man bey dieser Operation zu wenig Muriumdoppels. zugeleitet, so bleibt ein Theil der Joddoppelsäure unverändert beygemischt, und dieses Gemenge erscheint dann als braune Flüssigkeit; die beym Verdampfen die überflüssige Joddoppels. zurücklässt. Sie ist von einigen Chemikern als eine eigenthümliche chem. Verbindung (Chlorjod im Min., Jodchlorür) angesehen worden.]

4) *6fachoxyd. Jodsäure mit Bromsäure.* Die *broms. 6fachoxyd. Jodsäure* (*Acidum bromico-oxyjodicum*) (Bromjod, Jodbromid, Jodum bromatum) = $\overset{::::}{\underline{I}}\ \underline{Br}^5$ = 6469,790, entsteht, wenn man broms. 6fachoxyd. Bromsäure auf jods. 6fachoxyd. Jodsäure wirken lässt, als dunkelbraune, rothe Flüssigkeit, welche widrig riechet, schrumpfend schmeckt, im Wasser auflöslich ist, Lackmus ohne Röthung entfärbt, und mit Alkalien in broms. und 6fachoxyd. jods. Salze zerfällt. — Mit wenig Wasser krystallisirt sie bey 0° C. in gelben, baumförmigen oder spiessigen Krystallen, die schon bey + 4° C. in Wasser und Doppelsäure zerfallen.

[Wird bey der Operation zu viel Bromdoppelsäure zugelei-

tet, so entstehet (wie bey 3 vorhin erwähnt) ein Gemenge (Jodbromür, oder Bromjod im Min.).

5) *6fachoxyd. Jodsäure mit Jodsäure.* Die *jodsaure 6fachoxydirte Jodsäure* (*Acidum jodico-oxyjodicum*) (Jod, Jodine, Jodum) $= \overset{::::::}{\underline{I}}\ \ddot{\underline{I}}^{5} = 9469{,}740 = (78{,}054\ \ddot{\underline{I}} + 21{,}946\ \overset{::::::}{\underline{I}})$ wurde, 1811, von *Courtois* entdeckt, und aus der Mutterlauge derjenigen Sodaarten abgeschieden, die unter dem Nahmen *Varec* und *Kelp* im Handel vorkommen. Sie wurde späterhin auch aus den früher (§. 502) erwähnten Körpern erzeugt, und vorzüglich von *Gay-Lussac*, 1813, sorgfältig untersucht.

[Diese Doppelsäure wird von den Chloristen als einfacher Stoff angesehen, und mit I (Jodum) = 1578,290 bezeichnet. Es folgt also daraus, dass auch alle übrigen Verhältnisse des Jods nach der chloristischen Theorie (§. 497) geordnet sind. Desshalb sind denn auch hier die chloristischen Benennungen beygefügt und mit kleiner Schrift ausgezeichnet worden.]

α) Darstellung: Die nicht mehr krystallisirbare Mutterlauge des Kelps oder der Varec-Soda, welche ausser jods. Sodiumoxyd auch noch muriums. und carbons. Sodiumoxyd, Schwefelhydrogen-Sodiumoxyd und schwefels. Kalium- und Calciumoxyd enthält, wird mit überschüssiger conc. Schwefelsäure gemischt und destillirt. Dabey wird Muriumsäure, Schwefelhydrogen und Jodsäure ausgeschieden; diese letztere aber auch sogleich auf Kosten der überschüssigen Schwefelsäure (welche in schwefligte Säure übergeht §. 520, 1, *α*) zum Theil zu 6fachoxyd. Jodsäure oxydirt, und hierauf, mit dem Rest der Jodsäure zur Doppelsäure vereinigt, als violetter Dampf ausgetrieben: welcher sich in dem aufgesetzten Helm zur festen Gestalt verdichtet, und, durch Waschen mit kaltem Wasser, Trocknen zwischen Fliesspapier und Sublimation, von der anklebenden Muriumsäure weiter zu reinigen ist.

[Braunstein bey dieser Operation anzuwenden ist nicht rathsam, weil sodann auch Muriumdoppelsäure entsteht. — Nach *Berz.* kann die Mutterlauge auch bloss mit Azotsäure vermischt

werden, welche die Jodsäure ausscheidet und zugleich, zur Doppelsäure oxydirt, als braunes Pulver fället. — *Serullas* stellte sie dar, indem er jodsaures Kupferoxyd mit gleich viel Manganhyperoxyd erhitzte. — Das jods. Kupferoxyd erhält man nach *Berz.*, wenn die Mutterlauge mit einer Auflösung von 1 Theil schwefels. Kupferoxyd und $2^1/_4$ schwefels. Eisenoxydul gefällt wird. (*Dingl.* J. XXVI, 149.)]

β) Eigenschaften: Erscheint in metallisch glänzenden, dunkelgrauen 4seitigen Blättchen, oder länglichen Octaëdern mit rhombischer Basis, oder, bey rascher Sublimation, in undeutlichen Schuppen, die dem Graphit sehr ähnlich sind. Diese besitzen einen eigenthümlichen, dem der Muriumdoppelsäure sehr ähnlichen, aber doch zu unterscheidenden und an anderen Körpern sehr lange haftenden Geruch, einen scharfen, dem Geruch analogen sehr anhaltenden Geschmack, und eine Dichtheit = 4,948, leiten die Elektricität *nicht*, färben die Haut und die vegetabilische Faser vorübergehend braun, und verdünsten im trocknen Zustande weniger als im feuchten an der Luft. — Sie schmelzen bey + 107° C., und erstarren beym Erkalten wieder zu einer fettglänzenden, blätterig brechenden Masse. Bey + 175—180° C. siedet diese Doppelsäure, indem sie sich als ein schön tiefvioletter Dampf verflüchtiget, dessen Dichtheit *Dumas* (d. d. atm. Luft = 1) = 8,716 fand.

Im Wasser ist diese Doppelsäure nur wenig ($^1/_{7000}$) auflöslich, aber sehr auflöslich im Alkohol, mit dem sie eine dunkelrothbraune Auflösung erzeugt. — Die wässerige Auflösung bleicht nicht die Pigmente.

Diese Doppelsäure ist ein auffallendes *Reagens für Amylum*, von dem sie schon $^1/_{450000}$ in der Auflösung durch blaue Färbung anzeiget. Sie findet Anwendung in der *Medicin*.

γ) Zersetzung: Im trocknen Zustande wird diese Doppelsäure, wie die Muriumdoppelsäure, weder durch Luft, noch durch Hitze, Elektr. und Kohle zersetzt. — Sie wird übrigens in allen Fällen wie die Muriumdoppelsäure zersetzt (§. 496, 2, γ). Die wässerige Auflösung insbesondere zer-

fällt am Lichte, ohne Oxygengas zu entbinden, indem sie die Farbe verliert, in die Auflösung der Hydrate der Jodsäure und 6fachoxyd. Jodsäure.

6) Die ferneren Verbindungen der 6fachoxyd. Jodsäure kommen weiterhin noch vor.

IV. Verbindungen des Jods auf der 4. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Jodsäurehydrates.*

§. 523. Ohne Zweifel verhält sich das Jodsäurehydrat in den meisten Fällen analog wie das Muriumsäurehydrat (§. 499). Vorläufig kennet man folgende Verdindungen:

1) *Jodsäurehydrat mit Ammoniak.* Das *jodsaure Ammoniakhydrat* (*Jodas ammonicus*) Jodammonium, hydrojodsaures Ammoniak, Ammonium jodatum, Ammoniacum hydrojodicum) $= (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + (\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{I}})$ wird durch unmittelbare Verbindung und als Nebenproduct (§. 520, 2) erhalten, krystallisirt in Würfeln; die Feuchtigkeit anziehen, an der Luft Ammoniak verlieren, und mit Ausschluss der Luft ohne ausgiebige Zersetzung sublimirbar sind.

2) Die ferneren Verbindungen kommen weiterhin vor.

2. *Verbindungen des Hydrates der 6fachoxyd. Jodsäure.*

§. 524. Sie verhalten sich ohne Zweifel analog denen der 6fachoxyd. Muriumsäure, sind jedoch weniger untersucht.

1) *6fachoxyd. jodsaures Ammoniakhydrat* (*Oxyjodas ammonicus*) (jodsaures Ammoniak, Ammoniacum oxyjodatum) $= (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + (\dot{\underline{H}}\overset{\vdots\vdots}{\underline{I}})$, durch unmittelb. Verbindung erzeugt, bildet körnige Krystalle, die auf heissen Körpern detoniren.

V. Verbindungen des Jods auf den höheren Stufen der Zusammensetzung.

§. 525. Wahrscheinlich analog denen des Muriums.

Neuntes Kapitel.

Carbon.

§. 526. Das *Carbon* (*Carbonium*) = C, ist ein eigenthümlicher Stoff, welcher isolirt nicht darstellbar ist; dessen Daseyn aber aus seinen Verbindungen zuerst von *Lavoisier* erschlossen wurde. Es findet sich auf allen Stufen der Zusammensetzung in vielen unorganischen Verbindungen vor, und nahmentlich im Diamant, im Graphit, in der Kohlenblende, in den carbonsauren Salzen, und in vorwaltender Menge in allen organischen Gebilden vegetabilischer sowohl, als animalischer Abkunft, und in den Resten derselben, die nach ihrer Zerstörung übrig bleiben, als da sind: die Steinkohle, der Torf, das bituminöse Holz u. s. w. — Ausgezeichnet ist dieser Stoff dadurch, dass er in den organischen Körpern als Hauptbestandtheil vorkommt, und also gleichsam das wichtigste Verbindungsglied zwischen der organischen und unorganischen Natur bildet.

I. Verbindungen des Carbons auf der 1. Stufe der Zusammensetzung.

§. 527. Das *Carbon* (*aräoid) = $\underline{C}$ = 52,874, auf dieser Stufe der Zusammensetzung, ist isolirt gleichfalls noch nicht dargestellt, sondern nur aus seinen Verbindungen erschlossen worden.

[*Döbereiner* setzte ein Gemenge von 2 Th. Eisen, 1 Th. Manganhyperoxyd und 1 Th. Kienruss der Weissglühhitze aus, und kochte den Rückstand mit Königswasser. Der sodann noch bleibende Rückstand erschien in metallisch-glänzenden grauen Blättchen, *D's Kohlenmetall*, *Carbonium*. — Andere Chemiker zögern noch, diese Substanz als das reine Carbon anzuerkennen, und nahmentlich fand *Gay-Lussac* Eisen darin. Dieser Gegenstand verdient indessen in hohem Masse die Beherzigung und weitere Untersuchung (*Schw.* J. XVI, 97).]

II. Verbindungen des Carbons auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Carbons mit Oxygen.*

§. 528. Aus den Verbindungen des Carbons überhaupt lässt sich schliessen, dass sich 1 At. desselben mit 1, 2, 3, 4 oder 5 At. Oxygen energisch-chemisch vereinige, und man kann diese Verbindungen *Carbonoxydul*, *Carbonoxyd*, *untercarbonigte Säure*, *carbonigte Säure* und *Carbonsäure* nennen.

a) Carbonoxydul.

§. 529. Das *Carbonoxydul* (*Carbonium oxydulatum*) = $\dot{\underline{C}}$ = 152,874 = (34,887 $\underline{C}$ + 65,413 $\underline{O}$) wurde zuerst von *Morveau* und *Cruikshank* als solches erkannt. Es kommt isolirt in der Natur nicht vor, findet sich aber als Bestandtheil im Graphit, in der gem. Kohle, in den Steinkohlen, und vielleicht auch in einigen organischen Substanzen.

[Die meisten Chemiker unserer Zeit sehen dieses Oxyd als das reine nicht oxydirte Carbon an, und nennen es *Kohlenstoff*, *Carboneum*, *Carbonium*, *Carbonicum*. Es folgt daraus, dass also auch ihre Oxyde des Carbons alle um 1 At. Oxygen weniger enthalten, als nach der hier befolgten Ansicht. Die meisten Chemiker nehmen aber zugleich die Atomzahl des Carbons nur halb so gross, als es hier geschieht, daher ihnen denn auch 1 At. C. = 76,437 ist.]

α) Darstellung: Ganz reines $\dot{\underline{C}}$ ist wahrscheinlich noch nicht dargestellt. Möglichst rein erhält man es durch die Zersetzung azotfreyer organ. Substanzen mittelst starker Hitze; z. B. *a*) wenn man Zucker der trockenen Destillation unterwirft, und den gepulv. Rückstand zur Entfernung brenzlichöhliger Theile mit Alkohol und Aether auskocht, und dann noch einmahl, mit Ausschluss der Luft, ausglüht; *b*) durch Ausglühen des Lampenrusses, mit Ausschluss der Luft; *c*) wenn man Alkohol, ätherische Oehle oder Campher durch glühende Porzellanröhren treibt, wobey es in diesen Röhren abgesetzt wird; *d*) wenn man ein carbon-

saures Salz mit Phosphor oder Boron glüht; wobey die Carbonsäure (= $\ddot{C}$) auf $\underline{\dot{C}}$ desoxydirt und ein phosphor- oder boronsaures Salz gebildet wird, welches durch Wasser auszuziehen ist. — Es ist immer mit etwas Hydrogen oder Wasser verunreinigt.

[Das $\underline{\dot{C}}$ entstehet auch bey der trockenen Destillation aller übrigen org. Körper, ist aber sodann mit Metalloxyden und andern Beymischungen verunreinigt (s. org. Kohle, B. III.). — Der im Gestell der Hochöfen sich absetzende *Hochofengraphit* ist gleichfalls ziemlich reines Carbonoxydul; eben so das schwarze Pulver, welches in den Retorten der Gasbeleuchtungsanstalten, und in jenen Röhren abgesetzt wird, in welchen die Stahlfabrication mittelst Steinkohlengas betrieben wird.

β) Eigenschaften: Schwarze, undurchsichtige, feste, zerreibliche und abfärbende, geruch- und geschmacklose Substanz; welche die Elektricität sehr gut, die Wärme sehr schlecht leitet, durch gewöhnliches Feuer gar nicht, und selbst in der Hitze des Knallgasgebläses nur wenig verflüchtigbar und schmelzbar, und in den gewöhnlichen Auflösmitteln, als: Wasser, Alkohol, Aether, Oehle, Alkalien und Säuren unauflöslich ist.

[Das in den Röhren der Stahlfabriken sich absetzende $\underline{\dot{C}}$ erscheint in glänzenden fadenförmigen Massen, der Hochofengraphit in metallisch-glänzenden Blättern. — *Hare* sah von Alkali ganz freye Kohle vor seinem Deflagrator zum Theil sich verflüchtigen, zum Theil zu einer äusserlich warzigen, glasigen, metallisch glänzenden Masse schmelzen; die eine graue Farbe zeigte, im Innern nicht mehr faserig erschien, am Volumen bedeutend abgenommen, und an Härte sehr zugenommen hatte. — *Siliman* und *Davy* schmolzen gemeine Kohle — die freylich fremde Beymischungen haben konnte — so weit, dass sie Kügelchen bildete, welche mehr oder weniger durchsichtig, und braun, gelb, grauweiss, und zum Theil ganz ungefärbt waren, und deren Splitter das Glas ritzten. *Schw.* J. XXXIX, 87, 190; XLIII, 253. — *Siliman's* American Journal VIII, 147; X, 109.

Rouelle und *Chaptal* fanden, dass sich die Kohle (also das unreine Carbonoxydul) in geringer Menge in den alkali-

chen Laugen auflöse; denn sie konnten aus der Auflösung der braunen Soda durch Sättigung mit Schwefelsäure Kohle fällen. — War der schwarze Niederschlag nicht etwa eine andere Verbindung?]

Wird das $\dot{\underline{C}}$ in Berührung mit der atm. Luft oder mit Oxygengas bis zur Entzündung erhitzt, so brennt dasselbe durch eigene Wärmeentbindung weiter fort; indem es, nach Umständen, in untercarbonigte Säure (= $\dddot{\underline{C}}$) oder Carbonsäure übergeht. — Mit rauchender Azotdoppelsäure erhitzt es sich bis zum Glühen, und oft mit Entzündung; indem es auf gleiche Weise höher oxydirt wird. — In der Glühhitze reducirt es fast alle Oxyde (die Murium-, Fluor-, Brom- und Jodsäure, das Siliciumoxyd u. s. w. ausgenommen, deren Substrate dem Oxygen noch mehr verwandt sind) dieselbe Veränderung erleidend.

Die merkwürdigste Eigenschaft des $\dot{\underline{C}}$ ist jedoch seine Anziehung des zweyten Grades; vermöge welcher dasselbe sehr bald eine bedeutende Menge gasförmiger Körper absorbirt und verdichtet, und eben so färbende, brenzlichöhlige und riechende Theile, und einige Salze aus Flüssigkeiten an sich ziehet.

[Diese grosse Anziehung ist auch Ursache, dass man kaum ganz reines Carbonoxydul darstellen kann; denn schon während des Erkaltens und beym Umleeren desselben in die Aufbewahrungsgefässe absorbirt es etwas Luft, Feuchtigkeit etc. etc.]

Dass das $\dot{\underline{C}}$ auch energisch-chemische Verbindungen erzeuge, dafür hat man nur wenige Andeutungen, die weiterhin noch vorkommen werden. Auch scheint es zur Bildung solcher Verbindungen nur im Moment seiner Entstehung fähig zu seyn.

γ) Zersetzungen: Mit Ausscheidung des Carbons hat das $\dot{\underline{C}}$ noch nicht zersetzt werden können; weil das Carbon dem Oxygen, nach dem Murium, Jod, Fluor, Brom und Silicium am nächsten verwandt ist. Unter solchen Umständen hingegen, wo das Carbon im Moment seiner Abscheidung sogleich mit einem andern Stoffe verbunden werden kann, wird es

zersetzt. — Diess geschieht z. B. beym Glühen des $\dot{\underline{C}}$ mit Metallen (Eisen); wobey ein Theil des Carbons mit dem Metalle zu *Carbonmetall* (Carboneisen) vereinigt wird, während das Oxygen entweder mit einem Theile des Metalls Metalloxyd erzeugt, oder mit einem andern Theile des Carbonoxyduls zu einem höheren Carbonoxyde vereinigt, entweichet (das weitere Verhalten kommt bey der organischen Kohle vor).

δ) Anwendung: Das $\dot{\underline{C}}$ ist in neuerer Zeit in der *Medicin* als faulnisswidriges Mittel, und eben in dieser Eigenschaft zur *Aufbewahrung org. Substanzen* verwendet worden. Auch dient es uns als ein sehr ausgiebiges *Brennmaterial*, und als ein sehr vorzügliches *Desoxydationsmittel*. Nicht minder wird es mit Vortheil benützt, um den Flüssigkeiten *färbende* und *riechende Theile zu entziehen*. Doch bedient man sich hierzu immer des unreinen Präparates, d. i. der gemeinen Kohle (s. organische Kohle).

b) Carbonoxyd.

§. 530. Das *Carbonoxyd* (*Carbonium oxydatum*) = $\ddot{\underline{C}}$ = 252,874 = (20,949 $\underline{C}$ + 79,051 $\underline{O}$) kommt an einigen Stellen beyder Indien, und vorzüglich in Brasilien, Golkonda und Visapour, unter dem Nahmen des *Diamants* natürlich vor; in Verbindung mit andern Körpern wahrscheinlich auch in mehreren org. Substanzen.

[Auch dieses Oxyd wird von den meisten Chemikern als reines Carbon oder Kohlenstoff, also für gleichbedeutend mit dem (§. 529) beschriebenen Carbonoxydul angesehen; weil man die Erfahrung gemacht hat, dass der Diamant und die Kohle beym Verbrennen im Oxygen beyläufig gleich viel Carbonsäure lieferten. Damit ist aber die Identität dieser beyden Körper keinesweges bewiesen: denn die Kohle liefert bey gleichem Gewichte aus dem Grunde nicht mehr Carbonsäure als der Diamant, weil sie ausser dem Carbonoxydul immer noch Hydrogen, Wasser und metallische Theile enthält, und also weniger Carbonoxydul zum Verbrennen verwendet wird, als das Gewicht der Kohle.] (*)

α) Darstellung: Die neueren Versuche, Diamanten künstlich zu erzeugen, haben sich nicht bewährt; indessen ist aber diese Darstellung keinesweges den Unmöglichkeiten zuzuzählen. *Siliman's* und Anderer Versuche, die Kohle mittelst galv. elektr. Fl. zu schmelzen (§. 529, β, Anm.) deuten vielmehr deutlich den Weg an, auf welchem vielleicht auch die Natur Diamanten erzeugt; nähmlich wahrscheinlich durch theilweise Oxydation und Schmelzung carbonhältiger Substanzen mittelst des Blitzes.

[*Pogg.* An. XIV, 387; 378, 535.]

β) Eigenschaften: Der Diamant erscheint in rechtwinkeligen Octaëdern und ihren Abänderungen krystallisirt, ist meistens farbenlos, oft auch (ohne Zweifel, wie andere Edelsteine, durch Beymischung von Metalloxyden) verschieden gefärbt, im höchsten Grade durchsichtig und lichtbrechend, eigenthümlich glänzend, im Dunkeln phosphorescirend, ein Nichtleiter der Elektricität, durch Reiben elektrisch werdend, härter als alle übrigen Körper, daher das Glas ritzend, und besitzt eine Dichtheit = 3,5. — Im starken Essenfeuer und im Brennpuncte starker Brennspiegel wird der Diamant weder geschmolzen, noch verflüchtiget; er verbrennt jedoch bey gehörigem Luftzutritt gänzlich und ohne Hinterlassung eines Rückstandes zu Carbonsäure, und diese Verbrennung setzt sich im Oxygengas auch ohne äussere Hitze fort, wenn nur erst die Entzündung eingeleitet ist. Durch sehr starke galv. Batterien, und in der Flamme des Knallgasgebläses jedoch wird der Diamant (nach *Hare*, *Siliman* und *Davy*) im luftleeren Raume sublimirt, und, wenn Luftzutritt Statt findet, sehr rasch auf die Weise verbrannt, dass man bey Unterbrechung der Verbrennung den rückständigen Theil minder glänzend, und an den Ecken abgerundet findet (woraus man auf Schmelzbarkeit hat schliessen wollen).

[Man hielt den Diamant ehedem für unverwüstlich. *Newton* schloss, dass er brennbar sey, aus der grossen Fähigkeit

desselben das Licht zu brechen. — Die Akademie zu Florenz erwies die Brennbarkeit, im Jahre 1694, mittelst grossen Brennspiegeln. — *Macquer* bemerkte 1771, dass der Diamant mit einer kleinen Flamme verbrannte, woraus sich also auch die Verflüchtigbarkeit erweiset. (*Siliman's* American J. VI. 49, 78, 341.)

γ) Zersetzung: Wenn das Diamantpulver mit Kalium gemengt der Glühhitze ausgesetzt wird, so findet man hierauf, nach *Davy*, dass das Diamantpulver schwarz, und das Kalium auf die Art verändert worden ist, wie es durch Aufnahme von wenig Oxygen verändert wird. Diess heisset wohl mit klaren Worten: das Kalium entzieht dem $\ddot{\underline{C}}$ 1 At. $\underline{O}$ und wird dadurch zu Kaliumsuboxyd, während das $\ddot{\underline{C}}$ auf $\dot{\underline{C}}$ desoxydirt, und also zugleich erwiesen wird, dass der Diamant ein höheres Oxyd des Carbons ist, als das Carbonoxydul (*Davy* in seinen Elem. des chem. Theils der Naturwissenschaft). Durch Erhitzung mit Metallen, z. B. mit Eisen, wird der Diamant eben so, wie das Carbonoxydul zersetzt.

δ) Anwendung: Der Diamant dient durch seine grosse Härte zum *Zerschneiden des Glases*, und hat durch seine lichtbrechende Eigenschaft als *Luxusartikel* unter allen verkäuflichen Dingen, unorganischer Abkunft, den höchsten Preis erreicht.

c) Untercarbonigte Säure.

§. 531. *Die untercarbonigte Säure* (*Acidum subcarbonosum*) (Carbonoxydgas, *Kohlenstoffoxydgas*, *kohligsaures Gas*, *Carboneum oxydatum*, *Oxydum carbonicum* = $\dddot{\underline{C}}$ = 352,874 = (14,984 $\underline{C}$ + 85,016 $\underline{O}$) wurde von *Woodhouse* entdeckt, von *Cruikshank*, 1801, nach ihren chemischen Bestandtheilen erkannt, und kommt natürlich nicht vor.

α) Darstellung: *a*) Wenn man carbons. Gas (= $\underline{C}$ mit vier Punkten) über, in einem eisernen Flintenlaufe zum Glühen gebrachte, vorher schon ausgeglühte Kohle, oder leicht oxydirbare Me-

talle, z. B. Bley, Zinn, Eisen, Kupfer leitet, wobey diese Substanzen oxydirt werden, während die Carbonsäure auf C desoxydirt wird; *b*) wenn man die Oxyde der angeführten Metalle mit ausgeglühter Kohle glühet, wobey die Kohle auf Kosten der Oxyde höher oxydirt wird; *c*) wenn man das carbons. Kalium-, Sodium-, Baryum-, Strontium- oder Calciumoxyd mit Kohle oder Graphit glühet; wobey die Carbonsäure mehr Carbon aufnimmt und als C die Oxyde verlässt, und hierauf auch diese (wie bey *b*) zersetzt werden; *d*) wenn man die untercarbonigtsauren Salze mit einem Uebermass von conc. Schwefelsäure zersetzt. — In den Fällen *a*, *b*, *c* ist das entbundene Gas mit Carbonsäure verunreinigt, die durch Schütteln mit Kalkmilch zu entfernen ist.

[Diese Säure entsteht auch allemahl, wenn Kohle oder carbonhältige Körper unter Umständen verbrennen, wo der Luftzutritt so weit beschränkt ist, dass nicht das ganze Carbon in Carbons. übergehen kann, z. B. in unsern Heitzöfen, oder auch wenn Wasserdämpfe auf glühende Kohlen geleitet werden. In beyden Fällen ist aber das Product in Folge der Wasserzersetzung mit Carbonhydrogen verunreinigt. Dieses Gasgemenge wurde ehedem als eine eigenthümliche Gasart angesehen und *oxydirtes Kohlenwasserstoffgas* genannt.]

β) Eigenschaften: Farbloses, geruch- und geschmackloses Gas, von einer Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) = 0,9727 nach *Berz.* und *Dulong*), dessen Lichtbrechungsvermögen = 1,157, und dessen spec. Wärme = 1,0805 ist (nach *Dulong*). Es ist mit hellblauer Flamme brennbar, und 100 Vol. desselben verbinden sich dabey mit 50 Vol. Ogas zu 100 Vol. Carbonsäure. Zum Athemholen ist es untauglich, und bewirkt Schwindel, Ohnmachten, Kopfschmerz, und selbst wenn es mit 1/4 Luft gemengt ist den Tod durch Schlagfluss. — Wahrscheinlich ist dasselbe auch die Ursache aller durch Kohlendampf veranlasster Unglücksfälle. Auf die Pigmente wirkt es nicht, und kann auch das Brennen anderer Körper nicht unterhalten. Es wird nur wenig

vom Wasser absorbirt (nach *Davy* $\frac{1}{50}$, *Saussure* $\frac{1}{16}$), und ist auf directen Wegen mit andern Körpern energisch-chemisch nicht verbindbar.

γ) Zersetzung: Dieses Gas wird nicht zersetzt durch Säuren und Basen, auch nicht durch die meisten oxydirbaren Grundlagen, und durch Glühhitze oder Elektr.; wohl aber durch Glühen mit Kalium oder Sodium, die damit zu $\dot{\underline{C}}$ und Kalium- oder Sodiumoxyd (im ersten Falle unter Entzündung) zerfallen.

d) Carbonigte Säure.

§. 532. Die *carbonigte Säure* (*Acidum carbonosum*) *kohlige Säure*, *Kleesäure*, *Sauerkleesäure*, *Zuckersäure* (*Acidum oxalicum*) $= \overset{\therefore}{\underline{C}} = 452{,}874 = (11{,}675\ \underline{C} + 88{,}325\ \underline{O})$ ist isolirt noch nicht dargestellt, und kann wahrscheinlich nur in Verbindung mit andern Körpern bestehen. Aus der Zersetzung dieser Verbindungen sind jedoch die angezeigten Bestandtheile derselben gefolgert worden. Was man von dieser Säure weiss, bezieht sich also auf das weiterhin (§. 539) vorkommende Hydrat.

e) Carbonsäure.

§. 533. Die *Carbonsäure* (*Acidum carbonicum*, *Kohlensäure*, *kohlensaures Gas*, *Kohlenstoffsäure*, *fixe Luft*, *mephitische Luft*, *Luftsäure*, *Gas carbonicum*, *Aer fixus*) $= \overset{::}{\underline{C}} = 552{,}874 = (9{,}564\ \underline{C} + 90{,}436\ \underline{O})$ hatte schon *Paracelsus* wahrgenommen; *van Helmont* und *Hales* wussten, dass sie aus dem Kalk beym Brennen desselben entweiche, *Lavoisier* entdeckte (1776—1781) ihre Bestandtheile. Sie kommt in der Natur ziemlich häufig vor, theils im freyen Zustande, theils an andere Körper gebunden.

[Frey findet sich dieselbe durch Verbrennungs-, Vegetations- und Gährungsprozesse, und durch das Athmen der Thiere erzeugt, in der atm. Luft; welche davon (nach *Saussure*) im Sommer 0,001083, im Winter nur 0,000728 ihres Gewichtes ent-

hält, weil im Winter jene Processe weniger lebhaft vor sich gehen. Häufiger aber und oft ganz rein finden wir sie an tiefen Stellen, z. B. in Kellern, Höhlen, wie in der Dunsthöhle zu Pyrmont und in der Hundegrotte bey Neapel, und überhaupt an solchen Orten vor, wo entweder durch Gährungs- oder durch vulkanische Processe viel Carbonsäure entstehen, und tiefere Stellen zu ihrer Anhäufung finden konnte. — In den Schichten der Bergwerke auf diese Art sich sammelnde Carbonsäure nennt man *böse Wetter, böse Schwaden.* Dringt sie an Stellen der Erdoberfläche hervor, so heissen diese *Mofetten.* — Im zweyten Grade gebunden, findet sich diese Säure in allen Arten der Wässer, und in grösserer Menge in jenen Arten der Sauerbrunnen und gegohrenen Flüssigkeiten (Wein, Bier, Meth), die beym Eröffnen der Gefässe — eben durch Entweichung der Carbonsäure in Gasform — aufschäumen oder *moussiren.* — Im ersten Grade der chem. Anziehung und zum festen Zustande verdichtet endlich kommt sie in den carbonsauren Salzen und vorzüglich in jenen Arten des carbonsauren Calciumoxydes vor, die sich als gemeiner Kalkstein, als Marmor und als Gehäuse der Austern und anderer Schalthiere der Wahrnehmung darbiethen.]

α) Darstellung: Man übergiesset in einem Gasentbindungsapparate ein carbonsaures Salz, z. B. carbons. Sodiumoxyd mit verdünnter Schwefels.; wobey ein schwefels. Salz entsteht, und die sich gasförmig entbindende $\dddot{\underline{C}}$ entweder über Mercur oder in stehenden Gefässen gesammelt wird, in welchen die Entbindungsröhre den Boden berührt.

[Das auf diese Weise gewonnene carbons. Gas ist gewöhnlich mit etwas Schwefelsäure verunreinigt, wovon es zu befreyen ist, wenn man das sich entbindende Gas durch die Auflösung eines carbons. Salzes streichen lässt, oder noch besser mit einer solchen Auflösung anhaltend zusammenschüttelt. — Auch gegen den Verdacht der Beymischung einer andern Säure ist man gesichert, wenn man frisch ausgeglühte Birken- oder Ahornkohle mit 4 Th. vollkommen ausgetrocknetem (bey anwesendem Wasser entsteht auch Carbonhydrogen) Manganhyperoxyde der trockenen Destillation unterwirft. Das Carbonoxydul der Kohle wird hier durch das $\underline{O}$ des Manganhyperoxydes zur Säure oxydirt, und nur mit der atm. Luft der Gefässe verunreinigt; von welcher sie jedoch durch Schütteln mit Wasser geschieden werden kann, welches die Carbonsäure absorbirt

und die Luft zurücklässt. — Bey der Zersetzung carbons. Salze lässt sich auch Marmor- und Muriumsäure verwenden; wollte man sich hierzu der Schwefelsäure bedienen, so müsste ein beständiges Umrühren Statt finden; weil das entstehende schwefels. Calciumoxyd wegen seiner Schwerauflöslichkeit bald den Marmor bedeckt und die fernere Wirkung der Säure hemmt. — Kreide und andere Kalksteine sind nicht wohl anzuwenden, weil das Gas einen unangenehmen Geschmack und Geruch erlangt. — Dass auch auf andern Wegen durch höhere Oxydation der niedrigeren Oxyde des Carbons Carbonsäure entstehe, ist bereits früher (§. 529 und 530) erwähnt worden.

Ob die Carbonsäure von Muriumsäure oder Schwefelsäure frey sey, erfährt man durch Behandlung mit den Auflösungen des azots. Silberoxydes oder essigs. Baryumoxydes; welche weisse Trübung verursachen. Ob sie atm. Luft enthalte, zeigt sich beym Schütteln mit Kalkmilch, welche die Carbonsäure absorbirt und die Luft zurücklässt.]

β) Eigenschaften: [Farbloses Gas von eigenthümlich stechendem säuerlichem Geruch und Geschmack, von einer Dichtheit (nach *Berz.*) = 1,524, (nach *Biot* und *Arago*) = 1,51961 (d. d. atm. Luft = 1). Sein Lichtbrechungsvermögen ist (nach *Dulong*) = 1,526, die relative Wärme = 0,828. — Unter einem Drucke von 36—40 Atmosphären lässt es sich (nach *Faraday*) zur wasserhellen tropfbaren Fl. verdichten, die das Licht weniger bricht als das Wasser, auch in starker Kälte nicht gefriert, und wenn der Druck weichet, sehr heftig explodirt. — Es ist nicht brennbar, kann auch das Brennen anderer Körper nicht unterhalten, röthet nur vorübergehend das feuchte Lackmuspapier, weil es bald wieder verflüchtiget wird, und wirket, wenn es rein eingeathmet wurde, tödtlich, mit 5 Th. atm. Luft hingegen nicht merklich nachtheilig.

[Mit der gasförmigen Carbonsäure lassen sich sehr interessante Experimente machen. Dieses Gas lässt sich bey seiner grössern Dichtheit in der atm. Luft wie Wasser aus einem Gefäss in das andere übergiessen, mit dem Heber und durch Hähne und Zapfen abziehen, und auf der Wage wägen. Mit gemeiner Luft gefüllte Seifenblasen oder kleine Luftbälle von Goldschlagerhäut-

chen schwimmen darauf. Brennende Kerzen erlöschen augenblicklich darin.

Vom Wasser wird dieses Gas mit dem gleichen Vol. absorbirt, und bey niedriger Temp. auch in grösserer Menge (s. §. 540) und eben so vom Alkohol und andern organischen Flüssigkeiten.

γ) Zersetzung: *a*) Durch elektr. Schläge in C̱gas und O̱gas, die aber bey weiteren Schlägen wieder zu Carbonsäure verbrennen; *b*) durch Glühen mit Kalium oder Sodium, indem ein Theil der Säure zu Carbonoxydul desoxydirt und carbons. Kalium- oder Sodiumoxyd gebildet wird; *c*) durch Glühen mit Kohle oder leichtoxydirb. Metallen (§. 531, *α*); *d*) durch den Vegetationsprocess (s. B. III.).

δ) Anwendung: Als *Reagens auf Baryum-, Strontium- und Calciumoxyd*, die aus wässer. Auflösungen durch die Carbonsäure als weisser Niederschlag gefällt werden. Diese sind daher auch *Reagention auf Carbonsäure;* noch empfindlicher ist aber die wässerige Auflörung des essigs. Bleyoxydes. — Das carbons. Gas kann auch zur *Aufbewahrung org. Stoffe* dienen, die man gegen die Berührung mit der Luft schützen will.

2. *Verbindungen des Carbons mit Hydrogen.*

§. 534. Das Carbon verbindet sich, so weit man nach den bisherigen Erfahrungen urtheilen kann, in drey Verhältnissen, nähmlich 1 At. C̱ mit 1, 2 oder 3 At. H̱. — Diese Verbindungen stellen sich folgendermassen dar: *a*) *Carbonsubhydroidul* = C̱H̱ = 65,3536 = (80,904 C̱ + 19,096 H̱); *b*) *Carbonhydroidul* = $\underline{C}\underline{H}^2$ = 77,8332 = (68,129 C̱ + 31,871 H̱); *c*) *Carbonhydroid* = $\underline{C}\underline{H}^3$ = 90,3128 = (58,999 C̱ + 41,001 H̱); keine derselben ist jedoch bisher isolirt dargestellt worden, und sie konnten mithin nur aus ihren höhern Verbindungen erschlossen werden (§. 541).

3. *Verbindungen des Carbons mit andern Aräoiden.*

§. 535. Verbindungen des Carbons mit Azot, Murium,

Fluor, Brom und Jod kennt man nicht, vielleicht können sie auch nicht entstehen, weil diese Stoffe dem Oxygen so überaus nahe verwandt sind. Es verbindet sich dagegen wahrscheinlich mit allen übrigen Stoffen, und nahmentlich mit den Metallen zu eigenthümlichen Verbindungen (*Carbonmetalle*). Diese Verbindungen zeigen wie die Carbonhydroide (§. 534) eine Neigung, sich mit oxydirten Substanzen wie Basen zu verbinden, und stellen insbesondere mit dem Azotoxydul eine Reihe von eigenthümlichen Verbindungen dar, die *Cyanverbindungen* genannt worden sind. Sie müssen auch meistens auf sehr indirecten Wegen dargestellt werden, weil nur in seltenen Fällen ein Metall (wie z. B. das Eisen) zum Carbon eine so grosse Verwandtschaft hat, dass es dasselbe selbst in hoher Temp. den Oxyden des Carbons zu entziehen vermag. — Die bekannten Verbindungen dieser Art werden weiterhin noch vorkommen (s. *M.* At. II. 47 und 51).

III. Verbindungen des Carbons auf der 3. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Carbonoxyduls.*

§. 536. Es gibt nur wenig Verbindungen die man hierher zählen kann, und die Meinungen über dieselben sind auch so sehr getheilt, dass sie wohl einer näheren Untersuchung höchst bedürftig sind.

1) *Carbonoxydul mit Azotsuboxydul.* Die Verbindung aus beyden, das *Carbonoxydul-Azotsuboxydul* (Cyan, Blaustoff, Cyanogenium) (die Richtigkeit bisheriger Untersuchungen vorausgesetzt) = $\underline{\dot{C}}\underline{\dot{A}}$ = 329,910 = (53,662 $\underline{\dot{A}}$ + 46,338 $\underline{\dot{C}}$) wurde von *Gay-Lussac*, 1814, entdeckt.

[Diese Verbindung wird von den meisten Chemikern für eine Verbindung aus zwey einfachen Stoffen, Azot und Carbon, angesehen, und, obwohl sie nach der eigenen Angabe aus zwey Stoffen zusammengesetzt ist, dennoch wie ein einfacher Stoff, und zwar wie das Chlor, behandelt (§. 497). Man nimmt dem

gemäss an, diese Verbindung vereinige sich, wie das Chlor, eben sowohl mit Oxygen zur Oxygensäure als mit dem Hydrogen zu einer Wasserstoffsäure (Blausäure), die sich auch so bilde und zersetze, verbinde u. s. w. wie die Hydrochlorsäure, und von derselben sich wesentlich dadurch unterscheide, dass sie ein doppeltes Substrat enthalte; welches die Benennung Blaustoff oder Cyan erhielt, weil es als die Ursache der blaufärbenden Eigenschaft der Hydrocyansäure (Blausäure) angesehen wurde. — Die weitere Ausführung dieser Ansicht — die wie man sieht mit den allgemeinsten Verbindungsgesetzen (§. 19) im grellsten Widerspruche stehet — findet man in allen neuen chemischen Lehrbüchern. Hier hat man sich begnügt, bey den betreffenden Verbindungen, die nach der chloristischen Ansicht construirten Benennungen, welche zugleich die vorausgesetzte Zusammensetzungsweise bezeichnen, in kleinerer Schrift beyzufügen.

α) Darstellung: Durch unmittelbare Verbindung lässt sich diese Substanz auf keine Weise darstellen. Sie entsteht immer nur bey der tumultuarischen Zersetzung höherer Verbindungen; am besten wenn man Azotoxydul-Mercurcarbon ($= \underline{H}g\underline{C}^2 + \underline{\dot{A}}^2$) im vollkommen trockenen Zustande mässig erhitzt, wobey dasselbe in 1 At. $\underline{H}g$ und 2 At. $\underline{\dot{C}} + \underline{\dot{A}}$ zerfällt, und das letztere über Mercur aufgefangen wird.

[Wenn zu rasche Hitze angewendet wird, so bleibt nebst dem Mercur auch noch eine schwarze Substanz im Rückstande (wahrscheinlich Carbonoxydul), und das Gas ist dann mit Azotsuboxydul verunreinigt. Hat dagegen Feuchtigkeit vorgewaltet, so enthält das Gas auch etwas Blausäure, wovon es, nach *Davy*, durch Schütteln mit Mercuroxyd zu reinigen ist.]

β) Eigenschaften: Farbloses Gas von eigenthümlichem lebhaft durchdringendem Geruch; welches reitzend auf die Geruchs- und Sehorgane wirket (nach *Gay-Lussac*), eine Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) = 1,8064, und (nach *Dulong*) ein Lichtbrechungsvermögen = 2,832 besitzt. Es kann (nach *Faraday*) unter heftigem Drucke zur tropfbaren Flüssigkeit verdichtet werden, welche beyläufig 0,900 Dichtheit besitzt, wenn der Druck nachlässt langsam wieder die Gasform annimmt und bey — 17,8 gefriert. Es lässt sich entzünden und verbrennt mit röthlich blauer Flamme,

röthet das Lackmus vorübergehend nur dann, wenn es Carbonsäure enthält, und ist zum Athemholen wie zur Unterhaltung der Verbrennung anderer Körper ganz untauglich.

Das Wasser absorbirt von diesem Gase (nach *Gay-Lussac*) bey $+20^0$ C. sein 4,5faches, Alkohol das 32fache Vol., auch wird dasselbe vom Aether und den ätherischen Oehlen aufgenommen. — Die wässerige Auflösung — wahrscheinlich in Folge eingetretener Zersetzung — röthet vorübergehend das Lackmus und besitzt einen stechenden Geschmack. — Energisch-chemischer Verbindungen scheint dieses Gas unfähig zu seyn.

γ) Zersetzung: Im trockenen Zustande wird dieses Gas auch in grosser Hitze nicht zerzetzt; selbst nicht, wenn es zugleich mit Gold, Platin, Kupfer, Schwefel oder Hydrogengas in Berührung ist: ja mit letzterem vermischt auch nicht durch elektr. Schläge. Es wird dagegen zersetzt: *a*) durch Verbrennung mit Oxygengas, in Azotsuboxydulgas und Carbonsäure, und diess erfolgt, wenn die Gase vorher vermischt wurden durch elektr. Funken, mit heftiger die Gefässe zerstörender Explosion; *b*) durch glühendes Kupferoxyd eben so, indem das Kupfer reducirt wird; *c*) durch weissglühendes Eisen in Carboneisen, Azotsuboxydulgas und abgelagertes Carbonoxydul (und wahrscheinlich auch Eisenoxydul oder untercarbonige Säure); *d*) durch Kalium, welches in der Hitze viel von dem Gase absorbirt, und damit $\underline{K}\underline{C}^2 + \ddot{\underline{A}}^2$ erzeugt; *e*) durch Wasser, indem die wässerige Auflösung dieser Gasart schon nach wenigen Tagen eine gelbe, dann braune Färbung erleidet, braune Flocken fallen lässt, und einen schwachen Geruch nach Blausäure erlangt. Die Fl. enthält hierauf Ammoniak, Carbonsäure, Blausäure und vielleicht noch eine andere org. Säure, während der braune Niederschlag wahrscheinlich aus denselben Bestandtheilen, wie das zersetzte Gas, besteht, jedoch mehr Carbonoxydul enthält und *Stickkohlenstoff* genannt wird; *f*) durch die wässerige Auflösung

feuerfester Alkalien, die das Gas absorbiren und damit eine braune Fl. erzeugen; in welcher man freyes Ammoniak, aufgelösten Stickkohlenstoff der oben erwähnten Art, und carbonsaures, blausaures und cyansaures Alkali findet (eine ähnliche Zersetzung bewirken bey Gegenwart des Wassers auch Metalloxyde, z. B. Mercuroxyd); *g*) durch wässeriges Ammoniak, welches damit eine braune Fl. erzeugt, die blausaures und kleesaures Ammoniak, viel Stickkohlenstoff und noch andere Verbindungen enthält (*Wöhler*).

[*Pogg.* Ann. III. 177. — *Gilb.* Ann. LIV. 383. — *Schw.* XXV. 50.]

[Die vorhin (*e*) erwähnte Verbindung von $\dot{\underline{A}}$ mit mehr als 1 At. $\dot{\underline{C}}$, oder die sogenannte *Stickstoffkohle*, scheint auch in der thierischen Kohle vorzukommen. *Berz.* nahm in der frühern Zeit an, dass zwey feste Verbindungen dieser Art existirten, nähmlich eine $= \dot{\underline{A}}^2 + \dot{\underline{C}}^3$ und eine $= \dot{\underline{A}}^2 + \dot{\underline{C}}^6$; unter welchen die erste der unter *e* erwähnten schwarzen Substanz, die zweyte der *thierischen Kohle*, wie man sie durch Verkohlung des Blutes und anderer thierischen Theile erhält, entspreche.

Die sogenannte Stickstoffkohle, wie sie bey *e* und *f*, vorzüglich häufig bey *g* entsteht, ist in ätzenden Alkalien auflöslich, und durch Säuren wieder fällbar, und gibt bey der trockenen Destillation blausaures Ammoniak und azothältige Kohle; sie muss also auch Hydrogen enthalten.

Diejenige schwarze Substanz, welche bey der Destillation des Azotoxydul - Mercurcarbons zurückbleibt, wenn zu heftiges Feuer angewendet wird (oben *a*), soll nach *Johnston* wie das Cyangas aus $\dot{\underline{A}} + \dot{\underline{C}}$ bestehen; wornach also beyde Verbindungen isomerisch seyn würden. Ist dem so, so müssen die Bestandtheile ohne Zweifel in dem einen Falle höhere Aräoide also keineswegs isomerisch seyn.

Das sogenannte Cyan verdient in jedem Falle eine wiederholte Untersuchung. Wer weiss, was und wie man sehen und finden wird, wenn man dabey nicht unbedingt nur ein Analogon des Chlors erwartet.]

2) $\dot{\underline{C}}$ mit $\ddot{\underline{A}}$ kommt in der sogenannten cyanigen Säure vor (B. III.).

3) $\dot{\underline{C}}$ mit $\overset{:::}{\underline{A}}$ kommt vielleicht in einigen organischen Substanzen, z. B. in der Indigsäure und Kohlenstickstoffsäure vor (B. III.).

4) $\dot{\underline{C}}$ mit $\ddot{\underline{M}}$ kommt in einer höhern Verbindung, in dem *muriumsauren Carbon- und Azotoxydul* (Chlorcyan) vor, und ist nach den bisherigen Untersuchungen $= \ddot{\underline{M}}\dot{\underline{C}}^2 = 648{,}398$.

5) $\dot{\underline{C}}$ mit $\ddot{\underline{B}}r$ kommt in einer höhern Verbindung, *bromsaures Carbon- und Azotoxydul* (Bromcyan) vor, welche analog ist der vorigen Verbindung (4).

6) $\dot{\underline{C}}$ mit $\ddot{\underline{I}}$ kommt in einer höhern Verbindung, *jodsaures Carbon- und Azotoxydul* (Jodcyan) vor, welche den beyden vorigen (4 und 5) analog ist.

7) $\dot{\underline{C}}$ mit einigen andern, vorzüglich Metalloxyden. Diese Verbindungen kommen weiterhin gehörigen Ortes noch vor.

2) *Verbindungen des Carbonoxydes.*

§. 537. Auch diese Verbindungen scheinen nicht sehr zahlreich, und der nähern Untersuchung bedürftig zu seyn.

1) $\ddot{\underline{C}}$ mit $\ddot{\underline{A}}$ kommt in der sogenannten Cyansäure vor (B. III.).

2) $\ddot{\underline{C}}$ mit $\ddot{\underline{M}}$. Diese Verbindung, *muriumsaures Carbonoxyd* (*Murias carbonicus*) (Chlorkohlenstoff im Min. des Chlors, Carboneum subchloratum) nach der bisherigen Untersuchung $= \ddot{\underline{C}}\ddot{\underline{M}} = 595{,}524 = (57{,}538\ \ddot{M} + 42{,}462\ \ddot{C})$ erhielt *Julin* bey der Destillation des azotsauren Kaliumoxydes mit schwefelkieshaltigem Eisenvitriol, nebst andern Producten, in Gestalt weisser, federartiger Krystalle; die aus zarten 4seitigen Nadeln zu bestehen schienen, schwerer waren als das Wasser, eigenthümlich schwach nach Wallrath rochen, keinen Geschmack verriethen, schmelzbar, zwischen + 175—200° C. sublimirbar, im Wasser unauflöslich, aber auflöslich waren im Alkohol und Aether, weder durch Säuren noch durch Alkalien zersetzt wurden, aber durch rothglühende Porzellanstückchen geleitet in muriumsaure 6fachoxydirte Muriumsäure und

in Carbonoxydul, und beym Erhitzen mit Kalium in Ċ und muriums. Kaliumoxyd zerfielen. (Ann. de chim. et de Phys. XVIII. 269. *M.* Handb. V. 1588). — Es kommt auch in einer höhern Verbindung (Chlorcyan) vor.

3) C̈ mit B̈r. Diese Verbindung, das *bromsaure Carbonoxyd* (*Bromas carbonicus*) (Bromkohlenstoff im Min. des Broms, Carboneum subbromatum) (?), muthmasslich = C̈B̈r erhielt *Serullas* (1828) als er die jodsaure untercarbonigte Säure (§. 538, 3) mittelst Bromdoppelsäure zersetzte, als eine farblose, öhlähnliche Flüssigkeit; welche schwerer war als das Wasser, einen ätherähnlichen durchdringenden Geruch und stechend süssen Geschmack besass, und schon bey + 5—6° C. kampherartig erstarrte u. s. w. — Die Berichte über diesen Körper sind noch in einiger Hinsicht abweichend. (Ann. de Chim. XXXIX. 225. — *Pogg.* Ann. XVI. 397. — *Schw.* J. LV. 328.)

4) C̈ mit Ï (s. §. 538, 4).

5) Die weitern Verbindungen kommen in der Folge noch vor.

3. *Verbindungen der untercarbonigten Säure.*

§. 538. Die untercarbonigte Säure = C̈ verbindet sich mit vielen gleich hoch zusammengesetzten Körpern. Mit den Basen insbesondere bildet sie die *untercarbonigtsauren Salze*, *Salia subcarbonosa* (*ameisensaure Salze*, *Salia formicica*), in welche diese Säure jedoch wahrscheinlich nur als Hydrat eingeht, und als solches eine Sättigungscapacität = 21,49 zeiget. — Diese Salze werden meistens durch unmittelbare Zusammensetzung erzeugt, sind im neutralen Zustande sämmtlich im Wasser auflöslich, fällen das azotsaure Mercur- und Silberoxyd in der Wärme metallisch, und röthen nicht das neutrale muriumsaure Eisenoxyd. — Sie werden zersetzt: *a*) durch Destillation mit wässeriger Schwefelsäure in schwefelsaure Salze und entweichendes Hydrat der C̈; *b*) durch Erhitzung mit conc.

Schwefelsäure in schwefels. Salze und $\dddot{\underline{C}}$; *c*) durch trockene Destillation, indem Wasser, trockene $\dddot{\underline{C}}$, Carbonsäure und Hydrogengas entweichet.

Die $\dddot{\underline{C}}$ ist aus dem Grunde merkwürdig, weil sie an sich selbst und in ihren Verbindungen eines der Uebergangsglieder bildet, zwischen der org. und unorg. Natur, und eben sowohl der einen als der andern zugezählt werden kann. Die einzelnen Verbindungen folgen.

1) *Untercarbonigte Säure mit Wasser.* Das *Hydrat der untercarbonigten Säure* $= \underline{H}\dddot{\underline{C}} = 465{,}354 = (75{,}829\ \dddot{\underline{C}} + 24{,}171\ \underline{H})$ ist unter dem Nahmen der *Ameisensäure*, *Acidum formicicum*) bekannt, weil es zuerst (von *Fischer*) aus den Ameisen dargestellt wurde. Es wurde zuerst von *Suersen* und *Gehlen* als eigenthümliche Säure angesehen, und kommt natürlich mit Aepfelsäure zugleich in den Ameisen vor, lässt sich aber auch künstlich erzeugen.

α) Darstellung: *a*) (nach *Döbereiner*) 10 Th. Weinsäure und 14 Th. Manganhyperoxyd werden gemengt und mit einer Mischung aus 15 Th. conc. Schwefelsäure und 30 Th. Wasser in einer geräumigen Retorte der Destillation unterworfen, wobey eine tumultuarische Zersetzung der Weinsäure erfolgt, und nebst dem $\underline{H}\dddot{\underline{C}}$ auch Wasser und Carbonsäure übergehet. — Möglichst conc. erhält man diese Säure, wenn ein Salz derselben, z. B. 1 Th. des Sodiumoxydsalzes mit $1\frac{1}{2}$ Th. conc. englischer Schwefelsäure, oder noch besser mit der entsprechenden Menge 2fachschwefels. Kaliumoxydes sehr gelinde destillirt wird.

[Ehedem wurde die sogenannte Ameisensäure nur aus dem Safte der Ameisen dargestellt, indem man denselben entweder für sich destillirte, oder vorher mit einem Alkali sättigte, und hierauf abdampfte und mit dem halben Gewichte conc. Schwefelsäure destillirte.

Diese Säure entsteht aber auch in vielen andern Fällen durch tumultuarische Zersetzung org. Substanzen, z. B. wenn man Amylum, verdünnten Weingeist, Zucker, Milchzucker, Holzfaser u.

dgl. mit Schwefelsäure und Manganhyperoxyd destillirt. — Am reinsten soll man sie aus dem Weingeiste erhalten, was jedoch *Döbereiner* bezweifelt. *Pogg.* Ann. XV. 307, XVI. 55, XXIV. 607). — Auch entsteht dieselbe bey der trockenen Destillation mehrerer org. Substanzen (Journ. de Pharm. 1832, 174. — Ann. der Pharm. I. 204. — *Schw.* J. V. 106). — Die unmittelbare Verbindung der trockenen untercarbonigten Säure mit Wasser ist noch nicht gelungen, wahrscheinlich weil diese Säure nur als niedrigeres Aräoid mit dem Wasser zum Hydrate verbunden werden kann.]

β) Eigenschaften: Farblose Flüssigkeit von eigenthümlich saurem stechendem Geruch und ziemlich starkem rein saurem Geschmacke, in der möglichsten Concentration von einer Dichtheit (nach *Gehlen*) = 1,1168. Sie gefriert auch in grosser Kälte nicht, röthet stark das Lackmus und lässt sich überdestilliren. Mit Wasser kann sie ohne merkliche Erwärmung verdünnt werden.

[In der *Medicin* ist eine Auflösung dieser Säure in Weingeist, *Spiritus formicarum*, gebräuchlich, die man ehedem durch Destillation der zerquetschten Ameisen mit wässerigem Weingeiste darstellte.]

γ) Zersetzung: *a*) Durch Behandlung mit 8 Th. conc. Schwefelsäure, wobey trockene $\dot{\dot{\underline{C}}}$ entweicht und wässerige Schwefelsäure zurückbleibt; *b*) durch Erhitzung mit Silber- oder Mercuroxyd, womit sie in reducirtes Metall, Carbonsäure und Wasser zerfällt; *c*) durch Azotsäure und Muriumdoppelsäure, die Oxygen abgebend eine ähnliche Zersetzung bewirken.

2) *Untercarbonigte Säure mit Muriumsäure.* Die *muriumsaure untercarbonigte Säure* (*Acidum muriatico-subcarbonosum*) (Chlorkohlenstoff im Med. des Chlors, *Carboneum chloratum*) muthmasslich = $\underline{C}\ddot{\underline{M}}^2$ = 1038,174 = (66,010 $\ddot{\underline{M}}$ + 33,99 $\ddot{\underline{C}}$) wurde, 1820, von *Faraday* entdeckt. — Man erhält dieselbe, wenn man die muriums. carbonigte Säure (§. 539, 2) durch eine mit Porzellanstückchen gefüllte und glühende Porzellanröhre treibt. Jene zerfällt dabey

zum Theil in $\overset{:::}{\underline{\mathrm{M}}}\overset{..}{\underline{\mathrm{M}}}^5$ und in $\overset{.}{\underline{\mathrm{C}}}\overset{....}{\underline{\mathrm{M}}}^2$, während ein anderer Theil unzersetzt übergeht. Das in erkälteten Röhren verdichteto Destillat wird dann wiederholt destillirt, damit die flüchtigere Muriumdoppelsäure entweiche, und endlich durch noch eine theilweise und gelinde Destillation die $\overset{.}{\underline{\mathrm{C}}}\overset{....}{\underline{\mathrm{M}}}^2$ von der unzersetzten muriums. carbonigten Säure abgeschieden. — Sie erscheint als farblose durchsichtige Fl. von 1,5526 Dichtheit, welche das Licht = 1,4875 bricht, die Elektricität nicht leitet, bey — 18° C. noch nicht gefriert, bey 71—77° C. siedet, nicht im Wasser, wohl aber im Alkohol, Aether und Oehlen auflöslich ist, nur in der Flamme des Alkohols mit gelber Flamme und Ausscheidung von $\overset{.}{\underline{\mathrm{H}}}\overset{..}{\underline{\mathrm{M}}}$ verbrennt, und beym Durchgang durch glühendes Porzellan in $\overset{:::}{\underline{\mathrm{M}}}\overset{..}{\underline{\mathrm{M}}}^5$ und $\overset{.}{\underline{\mathrm{C}}}$ zerfällt.

3) *Untercarbonigte Säure mit Bromsäure.* Die *bromsaure untercarbonigte Säure* (*Acidum bromico-subcarbonosum*) (Bromkohlenstoff im Med. des Broms, Carboneum bromatum) muthmasslich = $\overset{..}{\underline{\mathrm{C}}}\overset{....}{\underline{\mathrm{Br}}}^2$ = 2109,474 wurde von *Löwig* dargestellt, indem er Alkohol oder Aether durch $\overset{:::}{\underline{\mathrm{Br}}}\overset{..}{\underline{\mathrm{Br}}}^5$ zersetzte und hierauf mit Alkali behandelte, und erschien als eine weisse, undurchsichtige, campherähnliche, fettig anzufühlende schuppige Masse; welche bey + 50° C. schmolz, bey + 100° C. in Nadeln sublimirte, schwerer war als das Wasser, gewürzhaft, scharf und erwärmend, hinterher kühlend schmeckte, einen gewürzhaften Geruch besass, leicht im Alkohol und Aether, wenig im Wasser auflöslich war, und in der Weingeistflamme unter Ausscheidung von Bromsäurehydrat verbrannte. (*Löwig* über das Brom. 40. *M.* Handb. VI, 1595.)

4) *Untercarbonigte Säure mit Jodsäure.* Die *jodsaure untercarbonigte Säure* (*Acidum jodico-subcarbonosum*) (fester Jodkohlenstoff im Min. (besser im Med.) des Jods, Carboneum jodatum) nach den bisherigen Untersuchungen = $\overset{..}{\underline{\mathrm{C}}}\overset{....}{\underline{\mathrm{I}}}^2$ = 3309,454 wurde von *Serullas* (1822) entdeckt und dargestellt, indem er die Auflösung der jodsauren 6fach-

oxyd. Jodsäure in Alkohol bis zur Entfärbung mit einer alkoholischen Auflösung des Kaliumoxydes versetzte, die filtrirte Fl. durch gelinde Wärme vom Alkohol befreyte, und die sich krystallisirende Verbindung durch Waschen mit Wasser reinigte. — Diese erschien in undurchsichtigen citrongelben perlmutterartig glänzenden Blättchen; die einen saffranähnlichen gewürzhaften Geruch und säuerlichen Geschmack, und eine Dichtheit = 2,00 besassen, bey + 100° C. sublimirten, bey + 115—120° C. schmolzen, und zum Theil unzersetzt sublimirten, zum Theil aber in Joddoppelsäure und $\underline{\dot{C}}$ zerfielen, durch Behandlung mit $\overset{::::}{\underline{M}}\,\overset{..}{\underline{M}}^5$ aber $\overset{::::}{\underline{I}}\,\overset{..}{\underline{M}}^5$ und eine fettige Substanz lieferten. Wurden diese Krystalle mit gleichen Theilen muriumsaurer Phosphorsäure gelinde erhitzt: so zerfielen sie in entweichende $\overset{::::}{\underline{I}}\,\overset{..}{\underline{I}}^5$, in jods. Phosphorsäure, und eine anders modificirte Verbindung aus Jodsäure und irgend einem Carbonoxyde; welche durch Auswaschen des Rückstandes mit Kaliumoxydauflösung, und späterhin durch Waschen mit Wasser, von den übrigen Säuren, und durch conc. Schwefelsäure von dem beygemengten Oehle des öhlbildenden Gases gereinigt werden konnte.

[Die letzterwähnte carbonhältige Verbindung ist wahrscheinlich *jodsaures Carbonoxyd* = $\underline{\dot{C}}\,\underline{I}$ (flüssiger Jodkohlenstoff). Sie erscheint als blassgelbe, öhlähnliche, eigenthümlich ätherisch durchdringend riechende Fl.; welche eine dem der Pfeffermünze ähnlich frischen süssen Geschmack besitzt, schwerer ist als conc. Schwefelsäure, vom Wasser nur wenig aufgelöst und in der Hitze verflüchtigt wird, beym Aufbewahren unter Wasser so wie an der Luft bald eine rosenrothe Färbung erleidet, weder durch conc. Schwefelsäure noch durch $\overset{::::}{\underline{M}}\,\overset{..}{\underline{M}}^5$ zersetzt wird, und mit glühendem Eisen in jodsaures Eisenoxydul und Carbonoxydul zerfällt.

Beyde hier angeführte Verbindungen bedürfen übrigens der näheren Untersuchung. Nach *Serullas* neueren Nachrichten würde die flüssige nach der chloristischen Ansicht gegen 1 At. Carbon 1 At., die feste hingegen 1½ At. Chlor enthalten; wornach also die oben angeführte feste Verbindung eine höhere

Zusammensetzung = $\ddot{\underline{C}}\,\ddot{\underline{I}} + \dddot{\underline{C}}\,\ddot{\underline{I}}^2$ seyn müsste. (*Schw.* J. XXXI, 488; XXXV, 493; XXXVI, 237; XLI, 416, 436; XLV, 382; LV, 328. — *M.* Handb. V, 1583.)]

5) Die ferneren Verbindungen der $\dddot{\underline{C}}$ kommen weiterhin noch, und zwar hauptsächlich in organischen Verbindungen vor.

4. *Verbindungen der carbonigten Säure.*

§. 539. Die carbonigte Säure = $\overset{::}{\underline{C}}$ verbindet sich mit vielen gleich hoch zusammengesetzten Substanzen. Mit den Basen insbesondere erzeugt sie die *carbonigts. Salze* (*Salia carbonosa*), (*kohligsaure*, *kleesaure*, *sauerkleesaure*, *oxalsaure Salze*, *Salia oxalica*), und zeiget dabey eine Sättigungscapacität = 22,08. — Einige dieser Salze kommen natürlich in org. Körpern und in einigen Fossilien vor, die meisten werden künstlich dargestellt. Sie sind des *sauren*, *neutralen* und *basischen* Zustandes fähig, zum Theil auflöslich, zum Theil (vorzüglich die neutralen) unauflöslich im Wasser, und bestehen durch so starke Verwandtschaft, dass eines derselben, das carbonigts. Calciumoxyd, selbst durch die Schwefelsäure nicht zersetzt wird. — Sie werden zersetzt: *a*) durch Erhitzung an der Luft, in carbons. Salze; *b*) durch Erhitzung mit Manganhyperoxyd eben so; *c*) durch trockene Destillation in $\dddot{\underline{C}}$, $\overset{\cdot:\cdot}{\underline{C}}$ und ein Gemenge von Metall, oder (wenn sie Wasser enthalten) in $\dot{\underline{H}}$, $\overset{\cdot:\cdot}{\underline{C}}$ und Metall, oder $\overset{\cdot:\cdot}{\underline{C}}$, $\dddot{\underline{C}}$, Carbonhydrogengas, Essigsäure, brenzliches Oehl, $\dot{\underline{H}}$, $\dot{\underline{C}}$ und bas. carbons. Metalloxyd; *d*) durch ein Uebermass von conc. Schwefelsäure, in $\overset{\cdot:\cdot}{\underline{C}}$ und $\dddot{\underline{C}}$, und schwefels. Salz; *e*) durch verdünnte Schwefelsäure (mit Ausnahme des Calciumoxydsalzes) in $\overset{::}{\underline{C}}$ und schwefels. Salz (*M.* Handb. V. 629).

Die $\overset{::}{\underline{C}}$ ist wie die $\dddot{\underline{C}}$ merkwürdig, weil sie nicht nur durch mehrere ihrer Verbindungen ein Uebergangsglied von der unorg. zur org. Natur bildet; sondern auch selbst so beschaffen ist, dass man Gründe findet sie eben sowohl

den org. als den unorg. Verbindungen zuzuzählen. — Die einzelnen Verbindungen folgen.

1) *Carbonigte Säure mit Wasser.* Das *Hydrat der carbonigten Säure*, *carbonigts. Hydrogenoxyd* (*Kleesäurehydrat*, *Kleesäure*, *Sauerkleesäure*, *kohlige Säure*, *Acidum oxalicum*) = $\underline{\dot{H}}\underline{\overset{::}{C}}$ = 565,354 = (80,105 $\underline{\overset{::}{C}}$ + 19,895 $\underline{\dot{H}}$) wurde von *Bergmann* und *Scheele* entdeckt, und von letzterm auch erwiesen, dass dasselbe mit der Zuckersäure identisch sey. Es wird künstlich erzeugt und kommt auch natürlich vor.

[Kommt im freyen Zustande vor in: *Cicer arietinum*, an Kaliumoxyd gebunden, in: *Oxalis acetosella* (Sauerklee, daher die Benennung Kleesäure u. s. w.) und mehreren andern Pflanzen; an Calciumoxyd gebunden in: *Rad. alkanna*, *apii* u. s. w., in mehreren Flechten und in einigen Harnsteinen; an Calciumoxyd oder Eisenoxyd gebunden, in einigen Mineralien. (*M.* Handb. V, 626.)]

a) Darstellung: *a*) (nach *Thenard*). Carbonigts. (klees.) Bleyoxyd wird in Wasser vertheilt und so lange Schwefelhydrogengas in die Flüssigkeit getrieben, bis das Bley gänzlich als Schwefelbley ausgeschieden worden ist; worauf man die Fl. filtrirt, abdampft und krystallisiren lässt; *b*) (nach *Pfaff*) 100 Th. getrocknetes carbonigts. Bleyoxyd werden mit einer Mischung von 37 Th. conc. Schwefelsäure und 370 Th. Wasser unter fleissigem Umschütteln 24 Stunden lang digerirt; worauf die filtrirte Fl., falls sie noch Bleyoxyd oder Schwefelsäure enthält, davon durch Schwefelhydrogengas oder Digestion mit etwas carbonigtsaurem Bleyoxyd befreyt und abgedampft wird u.s.w.; *c*) 1 Th. Zucker wird mit 6 Th. Azotsäure (von 1,120 Dichtheit) so lange mässig erhitzt, als sich Azotoxydgas entbindet; worauf die Fl., in welcher das Carbon des Zuckers zu carbonigter Säure oxydirt worden ist, durch Abdampfen zur Krystallisation gebracht, und die krystallisirte Säure durch Umkrystallisiren von der etwa anhängenden Aepfelsäure, und durch Verwitterung an der Luft von der noch

anklebenden Azotsäure befreyt werden kann. — Die in allen diesen Fällen erhaltene krystallisirte Säure wird endlich an trockener warmer Luft ausgelegt; wobey sie bald das Krystallwasser verliert und das Hydrat zurücklässt.

[Carbonigte Säure entsteht auch, wenn andere höher organisirte Substanzen, z. B. Amylum, Weinsäure, Citronensäure, Gummi, Harz, Alkohol, Gallerte, Wolle, Seide, Horn, manche ätherische Oehle u. s. w. mit Azotsäure behandelt werden. Eben so wird sie gebildet, aber sogleich auch an diese Basen gebunden, wenn man gewisse org. Substanzen, wie Weinsäure, Citronensäure, Schleimsäure, Bernsteinsäure, Zucker, Milchsüss, Harnsäure, Leinenfaser u. s. w. mit ihrem 5fachen Gewichte Kalium- oder Sodiumoxydhydrat und wenig Wasser, weit unter der Glühhitze erhitzt. (*Pogg.* Ann. XVII. 171.)]

β) Eigenschaften: Das *Hydrat der carbonigten Säure* erscheint als weisses Pulver; welches an der Luft, und noch schneller beym Auflösen in Wasser, noch 2 At. Wasser aufnimmt, und beym Abdampfen herauskrystallisirt.

Die *krystallisirte carbonigte* (*Klee-*) *Säure* = $\underline{\dot{H}}\underline{\ddot{C}} + 2Aqv.$ = 790,313 (= 57,303 $\underline{\ddot{C}}$ + 42,697 $\underline{H}$) erscheint nach langsamem Abdampfen in grossen rhomboidalen Tafeln, sonst in langen farbenlosen, durchsichtigen 4seitigen Prismen, aus stark abgedampfter Auflösung auch in Nadeln; die in der Dichtheit = 1,507 sind, das Lackmus stark röthen, keinen Geruch aber einen sehr sauern Geschmack besitzen, an trockener Luft verwittern, 1 Th. siedendes Wasser, 9,5 Th. von 14° und 15,5 von 10° C. zur Auflösung erfordern, und auch im Weingeist auflöslich sind, und schon mit 1 Loth genommen einen Menschen tödten können.

γ) Zersetzung: *a*) An der Luft in 2 At. entweichendes Wasser und zurückbleibendes Hydrat; *b*) durch Erhitzung mit Ausschluss der Luft, zum Theil in aufsublimirendes Hydrat, zum Theil in Wasser, Carbonsäure, untercarbonigte Säure und kohligen Rückstand; *c*) durch Erhitzung mit Azotsäure in Carbonsäure und Wasser; *d*) durch Er-

hitzung mit conc. Schwefelsäure in Wasser, Carbonsäure und untercarbonigte Säure; *e*) durch leicht desoxydirbare Oxyde, auf Kosten deren sie in Carbonsäure übergehet. Muriums. Goldoxyd wird metallisch gefällt; *f*) durch Kalium und Sodium unter lebhafter Verbrennung in Carbonoxydul und Kalium- oder Sodiumoxydhydrat.

δ) Anwendung: Als *Reagens auf Calciumoxyd*, welches die carbonigte Säure allen andern Säuren entzieht, und weissen Niederschlag damit erzeugt. In der Regel wendet man aber das neutrale Kaliumoxydsalz an, damit die Neutralität nicht gestört werde. — In der *Calicodruckerey* dient sie um topisch die Farben auszuätzen; dem *Fleckenkünstler* zur Ausbringung der Rostflecken. (*M.* Handb. V, 639.)

2) *Carbonigte Säure mit Muriumsäure.* Die *muriumsaure carbonigte Säure* (*Acidum muriatico-carbonosum*) (Chlorkohlenstoff im Max. des Chlors, Carboneum perchloratum) nach den bisherigen Untersuchungen = $\overset{::}{\underline{C}}\ddot{\underline{M}}^{3}$ = 1480,824 = (69,417 $\ddot{\underline{M}}$ + 30,583 $\overset{::}{\underline{C}}$) wurde von *Faraday* (1820) entdeckt, und entstehet, wenn man das Oehl des öhlbildenden Gas oder die $\dot{C}\ddot{\underline{M}}^{2}$ (§. 538, 2) mit gasförmiger $\overset{::}{\underline{M}}\overset{::}{\underline{M}}^{5}$ dem Sonnenlichte aussetzt, und letztere so lange hinzuströmen lässt, als noch etwas aufgenommen wird. Es entbindet sich dabey im ersten Falle $\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{M}}$, in beyden Fällen bildet sich die gesuchte Verbindung als eine krystallinische Masse; welche gewaschen, zwischen Papier getrocknet, sublimirt, in Alkohol aufgelöst, (zur Beseit. der Muriumsäure) mit schwacher Alkalilauge gefällt, wieder gewaschen und neben conc. Schwefelsäure im luftverdünnten Raume getrocknet wird. — Erscheint als farblose durchsichtige, rhombisch-prismatisch-krystallinische, geschmacklose, kampherähnlich aromatisch riechende Substanz, von nahe 2,000 Dichtheit; welche das Licht = 1,5767 bricht, die Elektricität schlecht leitet, bey + 160° C. schmilzt, bey + 182° kocht, sich sublimiren lässt, im Wasser fast unauflöslich, aber auflöslich ist in Azotsäure, Alkohol, Aether

und Oehlen, und aus der alkoholischen Auflösung durch Wasser gefällt wird. — Sie zerfällt, *a*) durch ein glühendes Rohr geleitet, in $\underline{\dddot{C}}\,\underline{\dddot{M}}^2$ und $\underline{\overset{\vdots\vdots}{M}}\,\underline{\ddot{M}}^5$; *b*) durch Hydrogengas; in der Glühhitze, in $\underline{\dot{H}}\underline{\ddot{M}}$ und $\underline{\dot{C}}$; *c*) durch Erhitzung mit Metallen, in muriums. Salze und $\underline{\dot{C}}$; *d*) durch Erhitzung mit Metalloidoxyden, in muriums. und carbons. Salze und $\dot{C}$; *e*) durch Erhitzung mit Metalloxyden, wobey muriums. Salz, und $\underline{\ddot{C}}$ und $\underline{\overset{\therefore}{C}}$gas, oder bey einigen nur $\underline{\overset{\therefore}{C}}$, bey noch andern aber auch muriums. Carbonsäure entsteht. (*Schw.* Journ. XXXI, 488; XXXIII, 231. — *M.* Handb. V, 1542) (s. eine höhere Verb. §. 552).

3) Die fernern Verbindungen kommen weiterhin noch vor.

5. *Verbindungen der Carbonsäure.*

§. 540. Die *Carbonsäure* $= \underline{\overset{\therefore}{C}}$, verbindet sich mit sehr vielen gleich hoch zusammengesetzten Körpern. Mit den Basen insbesondere erzeugt sie die *carbons. Salze* (*Salia carbonica*) (*kohlens. Salze*), und bewährt dabey eine Sättigungscapacität = 18,087. — Diese Salze finden sich theils natürlich vor, theils werden sie künstlich durch einfache oder doppelte Wahlverwandtschaft erzeugt. — Sie sind meistens basisch, seltener neutral. Die basischen sind in der Regel höchst schwer, viele gar nicht auflöslich, mit Ausnahme jedoch des carbons. Kalium-, Sodium- und Lithionoxydes, und des Ammoniaks. Ob überhaupt saure Salze der Carbonsäure bestehen, ist schwer zu entscheiden. — Die nächste Verwandtschaft zur Carbonsäure besitzen das Calcium-, Baryum- und Strontiumoxyd, deren Auflösungen eben darum in den Flüssigkeiten, sowohl die auflöslichen carbons. Salze, als die freye Carbonsäure durch weisse Trübung verrathen.

Diese Salze bestehen nur durch schwache Verwandtschaft, und werden daher *a*) selbst durch schwache Säuren zersetzt, indem die gasförmige Carbonsäure mit Aufbrausen entweichet; viele derselben verlieren einen Theil

ihrer Carbonsäure schon an der Luft, und können oft nur in der Auflösung bestehen; *b*) durch Hitze verlieren viele die Carbonsäure, oder werden in Metall, Oxygen und untercarbonigte Säure, oder in Metalloxyd und untercarbonigte Säure zersetzt; *c*) auch zerfallen sie durch Erhitzung mit oxydirbaren Stoffen, welche sich bald mit ihren Basen verbinden und die Carbonsäure ausscheiden, bald auch die Carbonsäure auf untercarbonigte Säure oder Carbonoxydul reduciren.

Die Carbonsäure ist merkwürdig, weil sie, wie die $\dddot{\underline{C}}$ und $\ddot{\underline{C}}$, durch mehrere ihrer Verbindungen ein Uebergangsglied von der org. zur unorg. Natur bildet. — Ihre Verbindungen im Einzelnen folgen.

1) *Carbonsäure mit Wasser.* Das *Hydrat der Carbonsäure* (*carbons. Hydrogenoxyd*, *Carbonas hydricus*) $= \underline{H}\dddot{\underline{C}} =$ 665,354 $=$ (83,095 $\dddot{\underline{C}}$ + 16,905 $\dot{\underline{H}}$) kennet man zwar noch nicht näher; aber man ist durch die Analogie berechtiget anzunehmen, dass es sich allemahl bilde, wenn die Carbonsäure vom Wasser absorbirt, und dass sie mithin nur als Hydrat von mehreren Wässern aufgenommen werde. — Das Wasser nimmt davon schon in mittlerer Temperatur sein gleiches Vol. auf, und wenn die Temperatur herabgesetzt wird, auch wohl das 2- bis 3fache, ja bey äusserem Druck wohl auch das 6fache, und stellet damit die *tropfbare Carbonsäure* (*kohlensaures oder mephitisches Wasser*, *Sauerwasser*, *Aqua mephitica*) dar. Diese Fl. schmeckt schwach säuerlich stechend, riechet wie das Carbonsäuregas, hat, wenn sie nur 1 Vol. Carbonsäure enthält, eine Dichtheit = 1,0015 (nach *Berz.*), röthet vorübergehend die blauen Pflanzenpigmente, verliert schon in gemeiner Temperatur an der Luft nach und nach den grössten Theil der Carbonsäure, schnell aber den ganzen Gehalt beym Gefrieren und beym Erhitzen, und im letzten Falle unter Aufbrausen. Eben so brauset solches Wasser auch heftig auf, wenn es unter starkem Drucke mit Carbonsäure gesättiget, und dann

der Druck vermindert wird. Auf diesem Umstande beruhet die moussirende Eigenschaft des jungen Weines und Bieres, und insbesondere der Sauerbrunnen und des Champagnerweines.

[Von der Natur erzeugte carbons. Wässer sind die sogenannten *Sauerbrunnen, Säuerlinge;* welche jedoch nebst der Carbonsäure auch noch verschiedene andere, vorzüglich aber carbons. Salze enthalten: die darin durch die überschüssige Carbonsäure, als neutrale Salze aufgelöst erhalten werden; aber eben darum als basische Salze zu Boden fallen, sobald die Carbonsäure zu entweichen Gelegenheit findet. — Die Sauerbrunnen werden eingetheilt in *warme* und *kalte*, und in *gemeine* und *eisenhaltige Sauerbrunnen* (*Stahlwässer*), je nachdem sie warm oder kalt aus der Erde hervorbrechen, und bloss andere Salze, oder auch carbonsaures Eisenoxydul enthalten. — In neuerer Zeit hat man es nicht ohne Erfolg versucht, diese Mineralwässer auch künstlich darzustellen; indem man Wasser mit den beliebigen Salzen versetzt, und mit Hülfe des äussern Druckes mit Carbonsäure anschwängert. — Zu viel verspricht aber der Chemiker, wenn er ein natürliches Mineralwasser ganz gewiss vollkommen nachmachen zu können behauptet; denn er kann seinem Fabrikate nur diejenigen Bestandtheile geben, die er in dem nachzumachenden Mineralwasser *bereits* entdeckt hat. — (*Mosch* über die Bäder Deutschlands. Leipzig 1820. — *Richter*, Deutschlands Mineralquellen. — *Döbereiner's* Anleitung zur Darstellung der Heilwässer. Jena 1816.)]

2) *Carbonsäure mit Muriumsäure.* Die *muriums. Carbonsäure* (*Salzcarbonsäure*, *Acidum muriatico-carbonicum*) (Chlorkohlenoxydgas, Phosgengas, Gas chloroxycarbonicum) $= \ddot{\underline{C}}\dddot{\underline{M}}^2 = 1238{,}174 = (55{,}438\ \dot{\underline{M}} + 44{,}562\ \ddot{\underline{C}})$ wurde (1806) von *J. Davy* entdeckt und dargestellt, indem er gleiche Vol. gasförmiger $\underline{M}\ \ddot{\underline{M}}^5$ (1 At.) und $\ddot{\underline{C}}$ (3 At.) in vollkommen trockenem Zustande in einem ausgepumpten Ballon miteinander mischte, und den Sonnenstrahlen aussetzte; wobey sehr bald die Farbe verschwand, und das Gasgemenge auf die Hälfte des vorigen Vol. verdichtet wurde; weil die $\ddot{\underline{C}}$ der $\underline{M}\ \ddot{\underline{M}}^5$ das übersch. $\underline{O}$ entzog, und dann als $\ddot{\underline{C}}$ mit der $\dot{\underline{M}}$ die neue Doppelsäure erzeugte.

Dieselbe erscheint als farbloses Gas von höchst reitzendem, noch erstickenderem Geruche als die Muriumdoppelsäure, greift auch die Augen stark an, und besitzt einen sauren Geschmack, und eine Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) = 3,438 (nach *Berz.*) bis 3,999 (nach *Thenard*). — Sie bricht (nach *Dulong*) das Licht = 3,936, röthet nur im feuchten Zustande stark das Lackmus, tauget weder zum Athmen noch zur Unterhaltung des Feuers, und ist im Alkohol mit dem 12fachen Vol. absorbirbar.

Dieselbe wird zersetzt: *a*) durch wenig Wasser, welches die Muriumsäure als Hydrat absorbirt, während die Corbonsäure entweichet; *b*) durch leicht oxydirbare Metalle, in muriumsaure Salze und $\dot{\underline{C}}$ oder $\ddot{\underline{C}}$; was beym Kalium schon in gemeiner Temperatur, beym Arsenik, Antimon u. s. w. durch Hitze erfolgt; *c*) durch Erhitzung mit Oxyden, in muriums. Salze und Carbonsäuregas. Zur höheren Oxydation geneigte Oxyde (z. B. Antimonoxyd) bilden wohl auch ein muriums. Salz, und geben zugleich, die $\dddot{\underline{C}}$ auf $\ddot{\underline{C}}$ desoxydirend, Salze und höhere Oxyde (antimonigte- und Antimonsäure).

3) Die ferneren Verbindungen der Carbonsäure kommen weiterhin noch vor.

6. *Verbindungen des Carbonsubhydroiduls.*

§. 541. Das Carbonsubhydroidul, = $\underline{C}\underline{H}$, konnte als solches nur erst erschlossen werden, als man bereits die gemeine schwarze Kohle als $\dot{C}$ erkannt hatte. Dasselbe spielt eine weit wichtigere Rolle als man bisher geglaubt hat; denn es tritt, wie das Azothydroidul, als oxygenfreye Basis auf, haftet als solche sehr fest an andern, vorzüglich sauren Körpern, ohne jedoch die stärkern Säuren so vollkommen zu neutralisiren, als jenes; wodurch dasselbe viele der längst gekannten Säuren bis zu jener auffallenden Verschiedenheit der Eigenschaften verlarvt, in welchen wir sie in der Folge als *organische Substanzen* erkennen werden. —

Die merkwürdigste unter allen diesen Verbindungen ist aber ohne Zweifel die mit dem Azotoxydul; welche *Blausäure* genannt worden ist, und durch ihr Verhalten der theoretischen Speculation ein unendlich grosses Feld eröffnet hat (s. B. III.).

Einzelne Verbindungen:

1) *Carbonsubhydroidul mit Wasser.* Es gibt zwey Verbindungen aus diesen beyden Substanzen, nähmlich eine *a*) mit 1 At., und eine *b*) mit 2 At. Wasser.

a) Das *erste Carbonsubhydroidulhydrat*, *hydrogensaures Carbonsubhydroidul*, *öhlbildendes Gas*, *öhlbildendes Kohlenwasserstoffgas*, *Carbonhydrogengas im Max. des Carbons*, *Gas hydrogenium percarbonatum*) $= \underline{CH} + \dot{\underline{H}} = 177{,}833 = (36{,}75\ \underline{CH} + 63{,}25\ \dot{\underline{H}})$ wurde von *Deimann* und den übrigen holl. Chemikern, 1794, entdeckt, von den französ. Chemikern weiter untersucht, und kommt natürlich nicht vor.

α) Darstellung: Durch gelinde Destillation von 1 Th. Alkohol ($= \underline{CH} + \dot{\underline{H}}^2$) mit 2 — 4 Th. conc. Schwefelsäure; wobey die Schwefelsäure die Hälfte des Wassers bindet, und $\underline{CH} + \dot{\underline{H}}$ frey machet, aber zugleich auch zum Theil mit dem letzteren in schwefligte Säure und Carbonsäure, wohl auch Carbonoxydul und andere Verbindungen aus Carbonoxyd und $\underline{CH}$, zerfällt: von welchen beyden das pneumatisch aufgefangene Gas daher durch Schütteln mit Calciumoxydauflösung zu befreyen ist.

[Dieses Gas entstehet auch allemahl bey der trockenen Destillation organ. Substanzen, als: Holz, Torf, Knochen oder anderer thierischen Theile, Steinkohlen, Harz, Theer, Thran, Pechöhl, Talg, Fett und Oehl, und sie liefern um so mehr $\underline{CH} + \dot{\underline{H}}$, je mehr sie sich dem Zustande des Oehles, Fettes oder Harzes nähern; doch ist dasselbe immer, und zwar um so mehr, je weniger fettähnlich die destill. Substanzen gewesen sind, mit andern Producten der trockenen Destillation verunreinigt, als mit Carbonsäure, untercarbonigter Säure, und Carbonhydrogengas im Min. des Carbons. Das Gas von azothältigen Substan-

zen enthält ausserdem noch carbons. Ammoniak; das des Torfes und schwefelhaltiger Steinkohlen (*Steinkohlengas*) oft auch noch Schwefelhydrogen-Ammoniak; und das aus Oehl bereitete (*Oehlgas*) insbesondere noch einige andere C und H enthaltende Verbindungen; die sich bey einem Drucke von 32 Atm. aus dem Gase in Gestalt eines flüchtigen Oehles absetzen: welches bald farblos und durchsichtig, bald gelb oder gelbbraun, und beym reflectirten Lichte grünlich erscheint, den Geruch des Oehlgases und eine Dichtheit = 0,821 besitzt, vermöge seiner überaus grossen Flüchtigkeit schon beym Ueberfüllen wie Champagner aufschäumt, bey — 17° C. noch nicht gefriert, im Wasser unauflöslich, aber auflöslich ist in Alkohol, Aether, ätherischen und fetten Oehlen, und sich mit der Schwefelsäure leicht verbindet.

Das Gemenge von öhlbildendem Gas, Carbonhydrogengas im Min. des Carbons, gasförmiger untercarbonigter und Carbonsäure, und Hydrogengas, welches bey der trockenen Destillation organischer Substanzen oder feuchter Kohle erhalten wird, wurde ehedem als eine eigene Verbindung angesehen, und *oxydirtes Kohlenwasserstoffgas* genannt (§. 531, *α*).]

β) Eigenschaften: Farbloses unangenehm riechendes Gas von einer Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) = 0,9804 bis 0,9852 (nach Verschiedenheit der Reinheit). Es bricht das Licht = 2,302 (nach *Dulong*), seine relative Wärme ist = 1,5763. Es wirket nicht auf die Pflanzenpigmente, kann das Brennen anderer Körper nicht unterhalten, ist jedoch selbst entzündlich, und verbrennt an der Luft mit hellerer Flamme, als selbst die beste Oehllampe, und wenn es vorher mit Oxygengas oder atm. Luft gemischt wurde, mit heftiger Detonation. Zum Athmen ist es untauglich, und im reinen Zustande höchst tödtlich wirkend. — Vom Wasser, Alkohol und von der Kohle wird es in geringer Menge absorbirt.

γ) Zersetzung: *a*) Durch elektr. Schläge oder die galv. el. Kette, oder beym Durchgang durch glühende Porzellanröhren, in C und das 2fache Vol. Hgas; *b*) durch Verbrennung, wobey 1 Vol. dieses Gases 3 Vol. Ogas consumirt, und in Wasser und 2 Vol. carbons. Gas zerfällt. Die Ent-

zündung erfolgt bey der Rothglühhitze, und auch wenn das Gas bey + 300° C. auf Platinschwamm geblasen wird; *c*) durch gasförmige muriums. 6fachoxyd. Muriumsäure, von welcher 2 Vol. mit 1 Vol. des Gases gemischt, und entzündet zu Muriumsäurehydrat und Carbonoxydul zerfallen; während gleiche Vol. eine öhlähnliche Verbindung erzeugen (§. 555, 1); *d*) durch gemeinen Schwefel, welcher als Dampf in dieses Gas getrieben, damit das doppelte Vol. Schwefelhydrogengas und Carbonoxydul erzeugt.

δ) Anwendung: Dieses Gas hat in neuerer Zeit als Beleuchtungsmittel (*Gasbeleuchtung*) eine ungemein grosse Anwendung gefunden; indem man dasselbe entweder durch Röhrenleitungen aus pneumatischen Behältern (*Gasometern*) an den beliebigen Orten ausströmen lässt, oder im verdichteten Zustande (*comprimirtes Gas*, *tragbares Gas*) in metallenen Flaschen dahin transportirt und verbrennt.

[Das Gas ist zu dieser Absicht um so besser, je weniger fremde Beymischungen es enthält; also am besten aus Fettarten, Harzen und vorzüglich guten bituminösen Steinkohlen, am schlechtesten aus harzarmem Holze. Doch hat auch die Temperatur auf die Güte des Gases Einfluss. Von Carbonsäure und schwefligter Säure pflegt man es gewöhnlich dadurch zu reinigen, das es durch Kalkmilch getrieben wird.]

ε) Anhang: *Faraday* hat in neuerer Zeit (1825) eine Verbindung entdeckt, die ganz genau wie das hier beschriebene Gas aus $\underline{C}\underline{H} + \dot{\underline{H}}$ (= 177,833) bestehen soll, und gleichwohl in niedriger Temperatur tropfbarflüssig ist. Er erhielt dieselbe, als er die bey der Verdichtung des Oehlgases (s. oben *α* d. Anm.) sich absetzende öhlähnliche Flüssigkeit bis zu + 37° C. erhitzte, und das sich entbindende Destillat in stark (bis unter — 18° C.) erkalteten Vorlagen sammelte, als eine tropfbare ätherähnliche Flüssigkeit, welche in einer Glasröhre hermetisch eingeschlossen, auch bey höherer Temperatur den liquiden Zustand behielt, und bey + 12° C. eine Dichtheit von 0,627 zeigte, also unter allen bekannten tropfbaren Flüssigkeiten die leichteste war.

Wurde jedoch der hermetische Verschluss aufgehoben, so kam diese Flüssigkeit schon unter 0^0 C. zum Sieden, und nahm bald die Gasform an.

Dieses Gas ist mit glänzender Flamme brennbar, seine Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) = 0,48195 bis 0,5508. Es ist im Wasser und Olivenöhl wenig, im Alkohol viel mehr absorbirbar, und in der conc. Schwefels. mit dem 100fachen Vol. (indem eine Verb. entsteht).

[Wären die Bestandtheile dieser Gasart wirklich im Verhältnisse von $\underline{C} + \underline{H}^2 + \underline{O}$, so folgt daraus noch keinesweges, dass sie mit dem öhlbildenden Gase dasjenige bewährt, was man Isomerie nennet; denn es können sehr wohl höhere Aräoide im Spiele seyn; so zwar, dass $\underline{C}$, $\underline{H}$ und $\underline{O}$ zwar in beyden Körpern in gleicher Menge enthalten sind, aber in beyden eine verschiedene Quantität Aräons vorwaltet; was dann die Isomerie sogleich vernichtet. — Dieser angebliche Doppelgänger des öhlbildenden Gases kann z. B. sehr wohl ohne Störung des Verhältnisses von C, H und O aus $\underline{C}^3$, $\underline{H}^6$ und $\underline{O}^3 = \ddot{\underline{C}} + 2\,\underline{C}\underline{H}^3 = 533{,}499$, zusammengesetzt seyn; wofür auch seine geringere Dichtheit spricht. (*Schw.* J. XLVII, 442.)]

b) Das *zweyte Hydrat des Carbonsubhydroiduls* = $\underline{C}\underline{H} + \dot{\underline{H}}^2 = 290{,}313$ ist jene Substanz, die man *Alkohol* nennt (s. B. III.).

2) Die weiteren Verbindungen des $\underline{C}\underline{H}$ kommen in der Folge gehörigen Ortes noch vor, und nahmentlich in vielen organischen Substanzen (B. III.); in welchen sich dasselbe dadurch auszeichnet, dass es bekannten unorganischen Verbindungen durch seinen Zutritt den organischen Charakter ertheilt, und vorzüglich eine Reihe sogenannter org. Säuren constituirt.

7. *Verbindungen des Carbonhydroiduls.*

§. 542. Dasselbe scheint auf analoge Weise wie das Carbonsubhydroidul Verbindungen bilden zu können; doch sind sie noch weniger erforscht wie jene.

1) *Carbonhydroidul mit Wasser.* Das *Carbonhydroidulhydrat*, *hydrogensaure Carbonhydroidul* = $\underline{C}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}$ =

190,313 ist isolirt nicht dargestellt, kommt aber wahrscheinlich in org. Substanzen vor.

2) *Carbonhydroidul mit Carbonoxyd.* Das *Carbonhydroidul-Carbonoxyd* (*Faraday's Doppelt-kohlenwasserstoff*) $= \underline{C}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{C}} = 330{,}707 = (23{,}838\ \underline{C}\underline{H}^2 + 76{,}162\ \ddot{\underline{C}})$ erhielt *Faraday*, als er die aus dem Oehlgase unter einem Drucke von 32 Atm. sich absetzende ätherisch-öhlähnliche Fl. (§. 541, 1, *a*, *α*, Anm.) so lange gelinde destillirte, bis der Siedepunct auf $+ 82^0$ C. stieg, dann das übergegangene Destillat beseitigte, und die Destillation wieder so lange fortsetzte, bis der Siedepunct $+ 99^0$ C. erreichte. Das in der stark erkälteten Vorlage gesammelte Fluidum dieser zweyten Destillation setzte bey $- 18^0$ C. Krystalle ab; die durch Pressen zwischen Fliesspapier von den fremden Beymischungen gereinigt wurden, und die gesuchte Substanz lieferten. — Diese Substanz erschien in gemeiner Temperatur als farblose durchsichtige Flüssigkeit, hatte den Geruch des Oehlgases, und bey $+ 15{,}56^0$ C. eine Dichtheit $= 0{,}850$, krystallisirte bey 0^0 C. dendritisch, bis sie ganz zur krystallinischen Masse von 0,956 Dichtheit stockte, schmolz bey $+ 5{,}56^0$ C. wieder, kam bey $+ 85{,}56^0$ C. zum Sieden, und leitete nicht die Elektricität. — Sie war wenig im Wasser, aber leicht in ätherischen und fetten Oehlen, im Aether und Alkohol auflöslich.

Sie wurde zersetzt: *a*) durch Glühhitze in Carbonhydrogengas im Min. und $\underline{C}$; *b*) durch Azotsäure, unter rother Färbung; *c*) durch Muriumdoppelsäure (unter Einwirkung des Sonnenlichtes), die damit Muriumsäurehydrat, und eine krystallinische und eine flüssige Verbindung erzeugte; *d*) durch Entzündung an der Luft, wobey sie mit heller Flamme brannte, aber viel Kohle absetzte. — Mit Schwefelsäure erzeugte sie eine eigenthümliche krystallinische Verbindung (*Schw.* J. XLVII, 340).

3) *Carbonhydroidul mit untercarbonigter Säure.* Das *untercarbonigtsaure Carbonhydroidul* (*Weinöhl* nach *Serullas*)

$= (\underline{CH}^2)^2 + \ddot{\underline{C}} = 508,540 = (69,390\ \ddot{\underline{C}} + 30,610\ \underline{CH}^2)$ entsteht bey der Zersetzung des Alkohols oder Aethers durch Säuren, und wird bey den organ. Substanzen noch weiter abgehandelt werden (s. B. III.).

4) Das Carbonhydroidul bildet noch mehrere Verbindungen, die bey den *org. Substanzen* vorkommen werden.

8. *Verbindungen der Carbonhydroids.*

§. 543. Dasselbe verhält sich analog wie die beyden andern Carbonhydroide, ist aber in diesen Verhältnissen noch weiter zu untersuchen.

1) *Carbonhydroid mit Wasser.* Das *Carbonhydroidhydrat, hydrogensaure Carbonhydroid* (*Carbonhydrogengas im Min. des Carbons, Kohlenwasserstoffgas, gekohltes Wasserstoffgas, Gas hydrogenium carbonatum*) $= \underline{CH}^3 + \dot{\underline{H}} = 202,792 = (44,534\ \underline{CH}^3 + 55,466\ \dot{\underline{H}})$ wurde von *Pristley*, *Dalton* und *Volta* näher untersucht, war aber längst schon in Folge der Fäulniss organ. Substanzen als *Sumpfluft* über sumpfigen Gegenden, und in Salzbergwerken und Steinkohlengruben als *entzündliche Luft*, *feuriger Schwaden*, *Bergschwaden*, *schlagende Wetter*, bemerkt worden. An einigen Stellen, vorzüglich über Torf- und Steinkohlenlagern, dünstet dieses Gas auch aus der Oberfläche der Erde hervor; so bey *Klein-Sáros* in Siebenbürgen, und in mehreren Gegenden der Wallachey, Italiens und Frankreichs.

α) Darstellung: Alkohol, Aether oder Kampher wird durch glühende gläserne oder porzellanene Röhren getrieben, das aufgefangene Gas aber, welches auch carbonigte Säure, Carbonsäure, und öhlbildendes Gas enthält, durch Kalkmilch von der Carbonsäure, durch Muriumdoppelsäure vom öhlbildenden Gas, und sodann von der überschüssigen Muriumdoppelsäure, wieder durch Kalkmilch befreyt. Das Gas ist hierauf nur noch mit untercarbonigter Säure verunreinigt. — Das über aufgerührten Sümpfen pneumatisch aufgefangene Gas enthält, wenn es durch Kalkmilch von

der Carbonsäure befreyt wurde, nur etwas Azotsuboxydulgas.

[Dieses Gas entsteht auch allemahl bey der Fäulniss oder trockenen Destillation org. Substanzen; doch ist es immer sehr mit andern Beymischungen verunreinigt (s. §. 541, 1, *a*, *α*, Anm.). Auch wird es bey der Auflösung des carbonhältigen Eisens in siedender verdünnter Murium- oder Schwefelsäure gebildet, ist aber sodann gewöhnlich mit einem riechenden Oehle, und mit Phosphor- und Schwefelhydrogengas und Hydrogengas verunreinigt.]

β) Eigenschaften: Farbloses, geschmackloses, schwach aber unangenehm riechendes, Gas von einer Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) = 0,5589 (*Berz.* und *Dulong*). Es bricht das Licht = 2,0927, reagirt nicht auf die Pigmente, kann das Brennen anderer Körper nicht unterhalten, ist aber selbst brennbar, und zwar mit bläulichgelber, wenig leuchtender Flamme. Zum Athmen taugt es nicht, sondern wirket Schwindel, Ohnmachten und Schlagfluss erregend, tödtlich. — Es wird vom Wasser, Alkohol und der Kohle, absorbirt.

[Das unreine Gas ist in neuerer Zeit zur Füllung der Luftbälle angewendet worden.]

γ) Zersetzung: *a*) Durch die galv. Kette, durch elektr. Schläge und Durchgang durch glühende Röhren, in $\dot{\underline{C}}$ und das zweyfache Vol. $\underline{H}$gas; *b*) durch Verbrennung, wobey es sein zweyfaches Vol. $\underline{O}$gas consumirt, und Wasser und 1 Vol. Carbonsäuregas erzeugt, und zwar, wenn die Gase vorher gemischt wurden, mit starker Detonation; *c*) durch Muriumdoppelsäure, welche damit gemengt, und durch elektr. Funken entzündet, $\dot{\underline{C}}$ und Muriumsäurehydrat liefert.

2) *Carbonhydroid mit Carbonoxyd.* Als *Carbonhydroid-Carbonoxyd* (*Dumas Weinöhl*) = $\underline{CH}^3 + \ddot{C} = 343{,}186 = (26{,}316\ \underline{CH}^3 + 73{,}684\ \ddot{\underline{C}})$ kann — vorausgesetzt, dass sie wirklich auf der 3. Stufe der Zusammensetzung stehe — eine Verbindung angesehen werden, die *Faraday* gleichfalls als eine *Modification des Kohlenwasserstoffes* anführt.

Er erhielt dieselbe, als er das durch einen Druck von 32 Atm. aus dem Oehlgas abgeschiedene ätherischöhlige Fluidum (§. 541, 1, *a*, *α* Anm.) zuerst von dem flüchtigsten Theile durch Destillation bey + 37° C. befreyte (§. 541) 1, *a*, *ε*), dann bey + 82 — 99° C. weiter destillirte (§. 542, 2), und aus diesem Destillat den durch Kälte nicht krystallisirbaren Antheil absonderte. — Derselbe erschien als öhlähnliche Fl. von 0,860 Dichtheit (bey + 15,6° C.), kam bey + 85,56° C. zum Sieden, verhielt sich in den übrigen Eigenschaften wie die krystallisirbare Substanz (§. 542, 2), wurde jedoch von der Schwefels. heftiger angegriffen und unter Ausscheidung einer leichten gelben Fl. schwarz gefärbt. — Dass diese Flüssigkeit auf die angezeigte Weise nach den vorliegenden Angaben zusammengesetzt sey, dagegen spricht der Umstand, dass sie eine grössere Dichtheit besitzt als die krystallinische (§. 542, 2). — Sie könnte aber auch eine höhere Verbindung oder auch nur ein Gemenge seyn, aus der krystallirten Verbindung und dem $\underline{C}\underline{H} + \dot{\underline{H}}$, also $= (\underline{C}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{C}}) + (\underline{C}\underline{H} + \dot{H})^2 = 330{,}707 + 177{,}833 \times 2 = 686{,}373$, wofür auch das Verhalten zur Schwefelsäure spricht.

[Mit diesem Körper analog, wahrscheinlich identisch, ist auch das Weinöhl von *Dumas* und *Boullay* (s. Weinöhl B. III.).]

3) *Carbonhydroid mit untercarbonigter Säure.* Als *untercarbonigtsaures Carbonhydroid* $= (CH^3)^2 + \ddot{\underline{C}} = 533{,}499$ ist wahrscheinlich das leichte Oehl anzusehen, welches sich aus dem Oehlgas bey einem Drucke von 32 Atm. absetzt (s. §. 541, 1, *a*, *ε*).

4) Die ferneren Verbindungen kommen weiterhin noch vor. Die insbesondere hierher gehörigen sogenannten *Cyanmetalle* kommen in der Folge gleichfalls vor (B. III.).

IV. Verbindungen des Carbons auf der 4. Stufe der Zusammensetzung.

§. 544. Wir finden hier viele Hydratsalze und Dop-

pelsalze anderer Art vor, und nächstdem eine grosse Anzahl organ. Verbindungen. Die einzelnen Verbindungen folgen.

1. *Verbindungen des muriums. Carbonoxyduls.*

§. 545. Man kennet bis jetzt nur folgende höhere Verbindung dieses Körpers.

1) *Muriumsaures Carbonoxydul mit muriums. Azotoxydul.* Das *muriums. Carbonoxydul-Azotoxydul* (Chlorcyan im Min. des Chlors, Cyanogenium chloratum) (*Berthollet's oxyd. Blausäure*) muthmasslich = $\ddot{\underline{M}}\dot{\underline{C}}^2 + \ddot{\underline{M}}\ddot{\underline{A}}^2$ = 1545,120, wurde von *Berthollet* zuerst bemerkt, aber vorzüglich von *Serullas* (1827) näher untersucht.

a) Darstellung: Azotoxydul-Carbon-Mercur (= $\underline{Hg}\underline{C}^2 + \ddot{\underline{A}}^2$) (blaus. Mercuroxyd) wurde mit wenig Wasser befeuchtet, und mit gasförmiger Muriumdoppelsäure in einer verschlossenen Flasche 12 Stunden lang der Ruhe überlassen. Es erfolgte Entfärbung, indem muriums. Mercuroxyd und die neue Verbindung entstand, die sich bey einer Erkältung der Flasche bis zu — 18° C. an den Seitenwänden krystallinisch ablagerte, und auf diese Art abgesondert werden konnte.

β) Eigenschaften: Farbloses Gas von 2,113 Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1), welches nicht brennbar ist, unerträglich riechet, die Augen zu Thränen reitzt, ungemein giftig wirket, das Lackmus röthet, unter starkem Druck, so wie beym Erkalten bis zu — 12 bis — 15° C. eine wasserhelle Fl. bildet, bey — 18° C. in langen durchsichtigen Nadeln krystallisirt, bey + 18° C. hingegen siedet und verflüchtiget wird, und bey + 20° C. mit dem 25fachen Vol. vom Wasser, und mit dem 100fachen vom Alkohol, und mit dem 50fachen vom Aether absorbirt wird.

γ) Zersetzung: *a*) Mit erhitztem Antimon in muriums. Antimonoxyd und Cyangas ($\dot{\underline{C}}\,\dot{\underline{A}}$); *b*) durch Erhitzung der wässerigen Auflösung, in wässerige Muriumsäure, Carbon-

säure und Ammoniak; *c*) durch Alkalien in muriums. und cyans. Salze; *d*) wenn das Gas mit einem Gemenge von $\underline{O}$gas und $\underline{H}$gas durch den elektr. Funken entzündet wird, in Muriumsäurehydrat, Carbonsäure und Azotsuboxydulgas. — Die wässerige Auflösung fällt nicht das azots. Silberoxyd, wohl aber die Eisenoxydsalze grün. (*Pogg.* Ann. XI, 87).

2. *Verbindungen des bromsauren Carbonoxyduls.*

§. 546. Man kennet bis jetzt nur folgende höhere Verbindung desselben:

1) *Bromsaures Carbonoxydul mit broms. Azotoxydul.* Das *broms. Carbonoxydul-Azotoxydul* (Bromcyan im Min. des Broms, Cyanogenium bromatum) $= \underline{\ddot{B}}r\underline{\dot{C}}^2 + \underline{\ddot{B}}r\underline{\ddot{A}}^2 = 2616{,}422$ erhielt *Serullas* (1827), als er in einer mit Eis umgebenen Röhre 2 Th. Azotoxydul-Carbon-Mercur (blaus. Mercuroxyd) mit 1 Th. broms. 6fachoxydirter Bromsäure übergoss. Es entstand broms. Mercuroxyd, und diese Verbindung; welche im obern Theil der Röhre in langen weissen Nadeln und in wasserhellen Würfeln sublimirte, und auf diese Art abgesondert werden konnte. — Sie erschien bey $+ 16^0$ C. als farblose Fl. über 16^0 als Gas, besass einen stechenden durchdringenden Geruch, wirkte nicht auf Lackmus, aber giftig auf den thierischen Organismus, und verhielt sich analog der analogen Verbindung der Muriumsäure (§. 545). (*Schw.* J. LIX, 246. *Löwig*, das Brom, 69.)

3. *Verbindungen des jodsauren Carbonoxyduls.*

§. 547. Man kennet bis jetzt nur folgende höhere Verbindungen desselben:

1) *Jodsaures Carbonoxydul mit jods. Azotoxydul.* Das *jods. Carbonoxydul-Azotoxydul* (Jodcyan im Min. des Jods, Cyanogeninm jodatum) $= \underline{\ddot{I}}\underline{\dot{C}}^2 + \underline{\ddot{I}}\underline{\ddot{A}}^2 = 3816{,}402$ wurde von *Davy* und *Wöhler* dargestellt, von *Serullas* näher untersucht. Derselbe erhielt diese Verbindung, als er 2 Th. Azotoxydul-Carbon-Mercur (oder -Silber) mit 1 Th. jods.

6fachoxyd. Jodsäure trocken zusammen rieb und in einem weithälsigen Kölbchen erhitzte, wobey sich die Verbindung sublimirte. — Sie erschien in dünnen langen Nadeln, welche ungemein locker waren, einen beissenden Geschmack und höchst durchdringenden Geruch besassen, mit Alkalien jodsaure und cyansaure Salze bildeten, und sich überhaupt analog wie die analoge Verbindung der Muriumsäure verhielten (§. 545). (*Schw.* J. XLIII, 42. — *M.* Handb. V, III, 1603.)

4. *Verbindungen des muriumsauren Carbonoxydes.*

§. 548. Man kennet bis jetzt nur folgende höhere Verbindung desselben.

1) *Muriumsaures Carbonoxyd mit muriumsaurem Azotoxydul.* Das *muriumsaure Carbonoxyd-Azotoxydul* (Chlorcyan im Max. des Chlors, Cyanogenium perchloratum) $= \ddot{\underline{M}}\ddot{\underline{C}} + \ddot{\underline{M}}\dot{\underline{A}}$ $= 1215{,}210$, wurde von *Serullas* (1828) entdeckt und dargestellt, indem man eine Flasche (von 1 Litre Inhalt) mit trockenem Muriumdoppelsäuregas füllte, und hierauf 0,8 Gram trockene Blausäure hinzufügte, und die verschlossene Flasche bis zur Entfärbung dem Sonnenlichte aussetzte. — Die neue Verbindung krystallisirte an den Wänden der Flasche, und wurde hierauf zerrieben und mit Wasser sorgfältig gewaschen, und durch zweymahliges Ueberdestilliren in erkältete Vorlagen rein erhalten. — Sie erschien in weissen glänzenden Nadeln von beyläufig 1,32 Dichtheit, schmolz bey + 140 und kochte bey + 190° C., besass einen schwachen Geschmack, und beym Erhitzen einen stechenden der Muriumdoppelsäure und dem der Mäuse ähnlichen Geruch, reitzte heftig die Augen zum thränen, und wirkte giftig. — Sie war wenig im Wasser, mehr im Alkohol und Aether auflöslich. — Sie wurde zersetzt: *a*) durch warmes Wasser in Murium- und Cyanursäureh.; *b*) durch Kalium, mit welchem muriums. und blaus. Kaliumoxyd entstand (*Pogg.* Ann. XIV, 443).

5. *Verbindungen des bromsauren Carbonoxydes.*

§. 549. Man kennet bis jetzt nur folgende höhere Verbindungen desselben.

1) *Bromsaures Carbonoxyd mit bromsaurem Azotoxydul.* Das *bromsaure Carbonoxyd-Azotoxydul* (Bromcyan im Max. des Broms, Cyanogenium perbromatum) $= \ddot{\underline{\mathrm{Br}}}\ddot{\underline{\mathrm{C}}} + \ddot{\underline{\mathrm{Br}}}\ddot{\underline{\mathrm{A}}}$ erhielt *Serullas*, als er 1 Th. Blausäure mit 3 Th. Bromdoppelsäure im wasserfreyen Zustande auf einander wirken liess. Sie hatte einen Geruch nach Mäusen (*Pogg.* Ann. XIV, 443).

6. *Verbindungen des Hydrates der untercarbonigten Säure.*

§. 550. Hierher gehören mehrere Salze, die unter dem Nahmen der *ameisensauren* Salze bekannt sind.

1) *Hydrat der untercarbonigten Säure mit Ammoniak.* Das *untercarbonigtsaure Ammoniakhydrat* (*ameisens. Ammoniak*, *Ammoniacum formicicum*) durch unmittelbare Verbindung erzeugt, krystallisirt in federartig vereinigten leicht auflöslichen Prismen, röthet Lackmus, lässt sich überdestilliren und zerfällt in starker Hitze in Blausäure und Wasser.

2) Die fernern Verbindungen folgen weiterhin noch nach.

7. *Verbindungen des Hydrates der carbonigten Säure.*

§. 551. Hierher gehören alle wasserhaltigen Salze der carbonigten Säure, bekannt unter dem Nahmen der kleesauren Salze.

1) *Hydrat der carbonigten Säure mit Ammoniak.* Das *carbonigts. Ammoniakhydrat*, *klees. Ammoniak*, *Ammoniacum oxalicum*) $= (\underline{\mathrm{A}}\underline{\mathrm{H}}^2 + \dot{\underline{\mathrm{H}}}) + \dddot{\underline{\mathrm{C}}}\dot{\underline{\mathrm{H}}} = 779{,}829 = 28{,}657$ Ammoniak $+ 71{,}343\ \dddot{\underline{\mathrm{C}}}\dot{\underline{\mathrm{H}}}$); mit Krystallwasser $= ((\mathrm{AH}^2 + \dot{\underline{\mathrm{H}}}) + \dddot{\underline{\mathrm{C}}}\dot{\underline{\mathrm{H}}}) + \mathrm{Aqu.} = 891{,}308$, krystallisirt in langen Prismen, schmeckt stechend, ist in 28 Th. kalten Wassers, aber nicht im Alkohol auflöslich, zur Verwitterung geneigt, und durch

Aufnahme von der 2fachen Menge Säure ein *saures* Salz bildend = $(\underline{A}H^2 + \dot{H}) + (\ddot{\underline{C}}\dot{H})^2 = 1345,183$.

2) Die übrigen Verbindungen kommen weiterhin vor.

8. *Verbindungen der muriums. carbonigten Säure.*

§. 552. Man kennet bis jetzt nur folgende höhere Verbindungen derselben:

1) *Muriumsaure carbonigte Säure mit muriums. untercarbonigter Säure.* Die *muriums. carbonigt- und untercarbonigte Säure* (Chlorkohlenstoff im Med., Carboneum subperchloratum) $= \ddot{\underline{C}}\underline{M}^3 + \underline{C}\ddot{\underline{M}}^2 = 2518,998$ wurde von *Liebig* (1831) entdeckt. — Man erhält diese Verbindung durch Behandlung des schweren Salzäthers mit geistiger Kaliumoxydauflösung, oder durch Destillation eines stark gewässerten Alkohols mit dem sogenannten chlorigsauren Kalk u. s. w. — Sie erscheint als öhlähnliche farblose Fl. von 1,48 Dichtheit (bey 18° C.); welche bey + 60,8° C. siedet, durch Glühhitze in Carbonoxydul und $\ddot{\underline{C}}\underline{M}^3$ zerfällt, und sich auch sonst verhält, wie es von ihren nähern Bestandtheilen zu erwarten ist. (*Pogg.* Ann. XXIV, 259.)

9. *Verbindungen des Carbonsäurehydrates.*

§. 553. Hierher gehören eine Reihe von Hydratsalzen und Doppelsalzen der Carbonsäure.

1) *Carbonsäurehydrat mit Ammoniak.* Diese verbinden sich in zwey Verhältnissen mit einander.

a) *Neutrales carbonsaures Ammoniakhydrat* (*Carbonas ammoniae*) (*zweyfachkohlensaures Ammoniak*) $= (\underline{H}\dddot{\underline{C}} + (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + \text{Aqu.} = 992,309 = (55,716\ \dddot{\underline{C}} + 21,613\ (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + 22,671\ \dot{\underline{H}})$ wird dargestellt, wenn man das bas. Salz oder das Doppelsalz (§. 559, 1) in 5 Th. Wasser auflöset und mit Carbonsäuregas zusammen schüttelt, oder unter Carbonsäuregas stehen lässt. Es krystallisirt in 6seitigen Prismen, welche nicht alkalisch schmecken und reagiren, nicht nach Ammoniak riechen, in 8 Th. Wassers auf-

löslich sind, und schon beym Erwärmen dieser Auflösung so viel Carbonsäure verlieren, dass sie in ein Doppelsalz übergehen (§. 559, 1).

b) Basisches carbonsaures Ammoniakhydrat (*einfachkohlensaures Ammoniak*) = $\underline{\overset{\because}{C}} + (\underline{A}\underline{H}^2 + \underline{\dot{H}})^2$ (?) = 981,822 (?) = (56,311 $\underline{\overset{\because}{C}}$ + 43,689 $\underline{A}\underline{H}^2 + \underline{\dot{H}}$) wird bereitet, indem man 1 Vol. carbonsaures mit 2 Vol. Ammoniakgas, beyde trocken (?) zusammentreten lässt. — Sie verdichten sich schnell zu einer weissen krystallinischen Masse, die aber schon durch wenig Wasser in das Doppelsalz (§. 559, 1) übergeht.

10. *Verbindungen der Carbonsubhydroidulhydrate.*

§. 554. Die Hydrate des Carbonsubhydroiduls sind sehr active Substanzen in der organischen Natur, indem sie sich mit bekannten unorganischen Substanzen verbinden, und dieselben dergestalt modificiren, dass sie den organischen Charakter annehmen. — So erzeugt z. B. das erste Hydrat desselben mit sehr vielen bekannten Säuren Verbindungen, die noch den sauren Charakter beybehalten haben, und eben darum *organische Säuren* heissen, die aber so verlarvt sind, und das $\underline{C}\underline{H}$ so fest halten, dass man nur in der neuern Zeit erst, und ganz vorzüglich durch die chemischen Verbindungsgesetze ihre Natur erkannte. So erzeugt aber auch das zweyte Hydrat, indem es sich mit Säuren verbindet, die sogenannten *Naphten*, und wenn es sich mit dem ersten Hydrat vereinigt, insbesondere den *Aether*. (B. III.)

11. *Verbindungen des Carbonhydroidul-Carbonoxydes.*

§. 555. Als Verbindungen dieser Substanz kommen hier die folgenden anzuführen. Sie sind sehr wichtig, als Typus für die Verbindung der org. Natur.

1) *Carbonhydroidul-Carbonoxyd mit Muriumsäurehydrat.* Das *doppelt muriumsaure Carbonhydroidul-Carbonoxydhydrat* (Oehl des öhlbildenden Gases, Chloräther im Max. des Chlors, Kohlenwasserstoffchlor, Hydrocarburetum chlori) = $(\underline{C}H^2 + \underline{\dot{C}}) + (\dot{H}\underline{\ddot{M}})^2$

$= 1240{,}969 = (73{,}351\ \dot{\underline{H}}\ddot{\underline{M}} + 26{,}649\ \underline{C}\underline{H}^2 + \dot{\underline{C}})$ wurde von der Gesellschaft holländischer Chemiker (1796) entdeckt. Es wird dargestellt, wenn man gleiche Vol. $\underline{C}\underline{H} + \dot{\underline{H}}$, und $\underline{M}\,\underline{M}^5$ beyde im gasförmigen Zustande über Wasser vermischt, und an einem den Sonnenstrahlen nicht ausgesetzten Orte (§. 388) stehen lässt; wobey sich dasselbe bald in öhlähnlichen Tropfen am Boden des Gefässes sammelt, und durch Waschen mit wenig Wasser von der etwa überschüssigen Muriumdoppelsäure und durch Destillation über etwas muriums. Calciumoxyd vom Wasser und den übrigen Verunreinigungen zu befreyen ist.

Diese Verbindung erscheint als farblose öhlähnliche Flüssigkeit von 1,247 Dichtheit (bey + 18° C.); welche bey 82,4° C. ins Sieden kommt und einen Dampf bildet, dessen Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) = 3,4434 ist. Sie besitzt einen angenehmen, der Salznaphta ähnlichen Geruch und süsslichen gewürzhaften Geschmack, wirket nicht auf die Pflanzenpigmente, verbrennt mit einer gelblichweissen am Saume grünen Flamme, indem Muriumsäurehydrat entweichet, und ist langsam im Wasser und auch in wässerigen Alkalien auflöslich.

[Diese Fl. kann noch viel Muriumdoppelsäure absorbiren, und erlangt dadurch eine grünlichgelbe Farbe, und einen sehr widrigen Geruch und ätzenden Geschmack, verliert aber durch Wasser die Muriumdoppelsäure sogleich wieder. (*Gilb.* Ann. LIX, 12.)

Neuerlich hat *Liebig* die Zusammensetzung dieser Verbindung dergestalt angezeigt, dass man sie auch als eine Verbindung von 1 At. $\underline{C}\ddot{\underline{M}}^3 + \underline{C}\ddot{\underline{M}}^2$ mit 3 At. leichtem Salzäther = 3 $(\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{M}} + (\underline{C}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}))$ ansehen kann; in welchem Falle dieselbe auf die nächst höhere Stufe der Zusammensetzung gehören würde. (*Pogg.* Ann. XXIV, 275.)

2) *Carbonhydroidul-Carbonoxyd mit Bromsäurehydrat.* Das *doppelt-bromsaure Carbonhydroidul-Carbonoxydhydrat* (Bromäther im Max. des Broms, Hydrocarburetum Bromi) $= (\underline{C}\underline{H}^2 + \dot{\underline{C}}) + (\dot{\underline{H}}\underline{Br})^2 = 2312{,}267$, bildet sich bey der Einwir-

kung des öhlbildenden Gases auf die Bromdoppelsäure, und erscheint als eine der vorhin (1) angeführten Verbindung sehr analoge öhlähnliche farblose Fl.; welche schwerer ist als das Wasser, bey — 5° C. in den festen Zustand übergeht, in höherer Temp. überaus flüchtig ist, einen sehr angenehmen Geruch besitzt, und beym Verbrennen Bromsäurehydrat entlässt. (*Löwig* über das Brom.)

3) *Carbonhydroidul-Carbonoxyd mit Jodsäurehydrat.* Das *doppelt-jodsaure Carbonhydroidul-Carbonoxydhydrat* (Jodäther im Max. des Jods, Kohlenwasserstoffjod, Hydrocarburetum Jodii) = $(\underline{CH}^2 + \underline{\ddot{C}}) + (\underline{\dot{H}\ddot{I}})^2 = 3512{,}247$, wurde von *Faraday* (1820) entdeckt, und durch Behandlung des öhlbildenden Gases mit Joddoppelsäure unter Einwirkung der Sonnenstrahlen dargestellt, und durch schwache Alkalilauge gereinigt. Es krystallisirte bey der Sublimation in farblosen Tafeln oder Prismen, war schwerer als conc. Schwefelsäure, von süsslichem Geschmack und gewürzhaftem Geruch, schmolz in der Wärme, zerfiel in der Hitze in Joddoppelsäure und ein Gas, verbrannte in der Weingeistflamme unter Entbindung von Jodsäurehydrat, und war auflöslich in Weingeist und Aether, nicht in Wasser, Säuren und wässerigen Alkalien, es wurde jedoch von letztern langsam zersetzt. (Ann. de chim. XVIII, 48.)

4) *Carbonhydroidul-Carbonoxyd mit Carbonsubhydroidulhydrat.* Als eine solche Verbindung kann die früher (§. 543, 2) beschriebene aus dem Oehlgas abgeschiedene = $\underline{CH}^2 + \underline{\ddot{C}}) + (\underline{CH} + \underline{\dot{H}})$ angesehen werden.

12. *Verbind. des Carbonhydroid-Carbonoxydes.*

§. 556. Diese Substanz erzeugt mit mehreren Säuren jene höheren Verbindungen, die man *schwere Naphten* nennt. (B. III.)

V. Verbindungen des Carbons auf der 5. Stufe der Zusammensetzung.

§. 557. Wir finden auf dieser Stufe der Zusammense-

tzung mehrere aus zwey Hydratsalzen, oder aus zwey Doppelsalzen entstandene, vorzüglich aber sehr viele organischsaure Salze. — Hier sind vorläufig die nachstehenden anzuführen.

1. *Verbindungen der muriumsauren, carbonigt- und untercarbonigten Säure.*

§. 558. 1) Hier kann man, nach *Liebig's* neuern Angaben, vielleicht eine Verbindung aufzählen, die bereits früher beschrieben (§. 555, 1) wurde $= (\ddot{\underline{C}}\ddot{\underline{M}}^3 + \ddot{\underline{C}}\ddot{\underline{M}}^2) + ((\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{M}}) + (\underline{C}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}))^3$ erscheint, und zugleich den Typus für die Zusammensetzung vieler organ. Verbindungen liefert.

2. *Verbindungen des neutralen carbonsauren Ammoniaks.*

§. 559. 1) *Neutrales carbons. Ammoniak mit muriums. Ammoniak.* Als *murium- und carbonsaures Ammoniak* (*Salzcarbonsaures Ammoniak*, Phosgen-Ammoniak) kann man eine Verbindung ansehen, die sich bildet, wenn 1 Vol. muriums. Carbonsäure mit 4 Vol. trockenem Ammoniakgas zusammengemengt wird. Die beyden Gasarten verdichten sich sogleich unter starker Wärmeentbindung zu einem weissen festen Salze; welches unverändert sublimirbar ist, durch Behandlung mit Schwefel-, Azot- oder Phosphorsäure 2 Vol. Muriumsäurehydrat und 1 Vol. Carbonsäure fahren lässt, und die Feuchtigkeit aus der Luft absorbirt, und dadurch in muriumsaures und carbons. Ammoniakhydrat zerfällt. Diese Verbindung wurde, aus trockenen Zuthaten dargestellt, $= (\ddot{\underline{C}} + (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}})) + (\ddot{\underline{M}} + (\underline{A}H^2 + \dot{H}))^2 = 2281.398$ seyn.

2) *Neutrales carbons. Ammoniakhydrat mit bas. carbons. Ammoniakh.* Das *neutral- und basisch-carbons. Ammoniakhydrat* (*anderthalbkohlens. Ammoniak*, *Ammonium Carbonicum alcalinum*, *Carbonas ammoniacus*, *Carbonas ammoniae alcalinus*, *Alcali volatile sic-*

cum $+ (\dddot{\underline{C}} + (\underline{A}\underline{H}^3 + \dot{H})^2) + (\dddot{\underline{C}}\dot{H}^3 + (\underline{A}\underline{H}^3 + \underline{H})) =$ 2966,440, war schon von *Paracelsus* gekannt. — Es wird dargestellt, indem man 1 Th. muriumsaures oder schwefels. Ammoniak mit 2 Th. carbons. Calciumoxyd gemengt, und mit einer Schichte des letztern überdeckt (§. 473, 1, *a*), der Sublimation unterwirft. Auch bildet sich dasselbe, wenn man Carbonsäuregas mit viel Ammoniakgas zusammenbringet, vorzugsweise.

Dasselbe erscheint als weisse, aus rhombischen Octaëdern zusammengefügte Salzmasse von 1,496 Dichtheit, riechet und schmeckt stark nach Ammoniak, reagirt alkalisch, verflüchtigt sich schon in gemeiner Temperatur, und ist in 2 Th. kalten und weniger als 1 Th. siedenden Wassers auflöslich.

[Dieses Salz findet Anwendung in der *Heilkunde;* die Auflösung in 3 Th. Wasser kommt in der *Pharm. austr.* als *Spiritus salis ammoniaci aquosus*, oder *Carbonas ammoniae alcalinus solutus* vor.

Ein mit brenzlichem Oehle verunreinigtes Salz dieser Art wird als Sublimat erhalten, wenn man Horn, Knochen oder andere thierische Substanzen der trockenen Destillation unterwirft. Es wird, nachdem es durch wiederhohlte Sublimation vom Uebermass des brenzlichen Oehles befreyt worden ist, in der *Medicin* als *Ammonium carbonicum pyroleosum* benützt. Ehedem wurde es durch Destillation des Hirschhorns gewonnen, und hiess daher *Hirschhornsalz, Sal cornu cervi volatile.* — Die Flüssigkeit, welche bey der trockenen Destillation zugleich mit diesem Salze übergeht, enthält viel von dem Salze, und nebstdem essigsaures und blaus. Ammoniak, und brenzlisches Oehl aufgelöst, und wird, nachdem sie filtrirt worden ist, in der *Medicin* als *Hirschhorngeist, Spiritus cornu cervi, Carbonas ammoniae pyroleosus solutus* angewendet. Die Dichtheit desselben ist nach der *Pharm. austr.* = 1,080.

Das sogenannte *englische Riechsalz* ist bloss ein Gemenge von 3 Th. bas. carbons. Kaliumoxyd und 1 Th. muriums. Ammoniakhydrat; welches, mit wenig Wasser befeuchtet, in kleine Fläschchen gefüllt wird, und dann neutral- und bas. carbons. Ammoniakhydrat entbindet.]

VI. Verbindungen des Carbons auf noch höheren Stufen der Zusammensetzung.

§. 560. Hier finden sich nur wenig unorganische, dagegen aber eine grosse Reihe höher zusammengesetzter *organischer Substanzen*, die in der Folge (B. III.) noch vorkommen werden.

Zehntes Kapitel.

Boron.

§. 561. Das *Boron* (*Bor*, *Boracicum*, *Borum* = B, ist ein isolirt nicht darstellbarer eigenthümlicher Stoff; dessen Daseyn man jedoch aus seinen Verbindungen erschlossen hat. — Er findet sich in verhältnissmässig geringer Menge als Substrat in der Boronsäure und in mehreren boronsauren Salzen natürlich vor.

I. Verbindungen des Borons auf der 1. Stufe der Zusammensetzung.

§. 562. Das *Boron* (-aräoid) = $\underline{B}$ = 271,966, auf dieser Stufe der Zusammensetzung, wurde von *Gay-Lussac* und *Thenard* (1808) entdeckt, und im nächsten Jahre von *Davy* und 1824 von *Berzelius* weiter untersucht.

α) Darstellung: *a*) (nach *Gay-Lussac* und *Thenard*) Vollkommen verglaste Boronsäure wird gepulvert mit der gleichen Menge klein geschnittenen Kaliums vermengt, und in einer pneumatisch abgesperrten Röhre aus Eisen, Platin oder Glas, einige Minuten lang bis zum Rothglühen erhitzt; worauf man die Masse durch Auskochen mit verdünnter Muriumsäure vom entstandenen Kaliumoxyd, dann von dem anklebenden Kaliumoxydsalze (nach *Berz.*) durch Waschen mit einer Auflösung des muriums. Ammoniaks, und von diesem durch Weingeist befreyt (§. 117), und in gelinder Wärme trocknet; *b*) (nach *Berz.*) durch Zerse-

tzung der Fluor-Boronsäure oder des fluorboronsauren Kaliumoxydes, mittelst Kalium in der Hitze; *c*) (nach *Davy*) durch die galv. elektr. Kette, wobey aber selbst in den stärksten Batterien nur wenig Boron am negativen Pole abgelagert wird.

[*Berz.* in *Schw.* J. XXIII, 160. — *Pogg.* Ann. II, 113. — *Davy* in *Gilb.* Ann. XXXV, 440. — *Schw.* J. II, 48; XV, 245; XVI, 116.]

β) Eigenschaften: Dunkelolivenbrauner fester, zerreiblicher, gewöhnlich pulveriger, geruch- und geschmackloser undurchsichtiger Körper; welcher stark abfärbt, die Elektr. nicht leitet, und mit Ausschluss der Luft selbst in der Weissglühhitze weder schmilzt, noch verflüchtiget, aber so weit verdichtet wird, dass er hierauf in conc. Schwefelsäure untersinket. An der Luft erhitzt, verbrennt er über 300° C. mit rothem Lichte und Funkensprühen zu Boronsäure.

Das nicht geglühte Boron ist im Wasser in geringer Menge auflöslich, bleibt aber nach dem Abdampfen als eine grünlichgelbe Substanz zurück, die sodann nur zum Theil im Wasser wieder auflöslich ist. In Salze oder Säuren enthaltendem Wasser ist es unauflöslich.

[Das hier beschriebene Boron könnte vielleicht auch das erste Oxyd des Borons = $\dot{\underline{B}}$ seyn, also analog dem Carbonoxydul, Azotsuboxydul u. s. w., die eben so aus ihren höheren Oxyden durch Kalium nur auf das erste Oxyd reducirt werden.]

II. Verbindungen des Borons auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Borons mit dem Oxygen.*

§. 563. Das Boron zeiget — wenigstens in den höheren Oxyden — zum Oxygen eine stärkere Verwandtschaft als das Carbon; denn es zersetzt die höheren Oxyde dieses letzteren. — Die Anzahl der möglichen Oxyde des Borons ist jedoch noch sehr zweifelhaft; man findet indessen —

auch wenn das jetzt gekannte Boron (§. 362) wirklich kein Oxyd ist — Veranlassung, zwey Oxyde dieser Art, nähmlich: *a*) ein *Boronoxyd* und *b*) die *Boronsäure*, anzunehmen.

a) Boronoxyd.

§. 564. Wenn man das Boron über + 300° C. an der Luft erhitzt, so verbrennt es zum Theil zu Boronsäure, die sich zugleich sublimirt; während ein Rückstand bleibt, welcher mit geschmolzener Boronsäure umhüllt ist, und nach deren Entfernung durch Wasser als ein schwarzer Körper erscheint; welcher eine viel höhere Hitze erfordert, wenn er gleichfalls zu Boronsäure verbrennen soll. Diesen Körper hielt *Davy* für ein *Boronoxyd* oder *Boron-Suboxyd* = $\dot{\underline{B}}$ = 371,966. — *Berz.* glaubt, derselbe sey nur ein mechanisch verändertes Boron (s. auch §. 568). Dieses Oxyd scheint, dem Carbonoxyde analog, Verbindungen einzugehen.

[Wenn das §. 562 beschriebene Boron schon ein Oxyd wäre, so würde dieses Oxyd = $\dot{\underline{B}}$, und mithin die Atomzahl des $\underline{B}$ = 171,966 seyn.]

b) Boronsäure.

§. 565. Die *Boronsäure* (*Borsäure*, *Boraxsäure*, *Acidum boracicum*) = $\overset{:::}{\underline{B}}$ = 871,966 = (31,189 $\underline{B}$ + 68,811 $\underline{O}$) wurde von *Homberg*, 1702, entdeckt. Sie findet sich als Hydrat unter dem Nahmen des Sassolins, und im Wasser einiger heisser Quellen und Seen, z. B. in den Seen *Castel nuovo* und *Cerchiajo* (bey *Monte rotondo*) mit Basen zu Salzen vereinigt, hingegen im Tinkel, Boracit, Datolith, Botryolith, Schörl, Apyrit und Axinit in der Natur vor. Ob diese Säure bereits im isolirten Zustande dargestellt sey, ist noch zweifelhaft (§. 569, 1).

2. *Verbindungen des Borons mit Hydrogen.*

§. 566. Das *Boronhydrogengas* (*Boronwasserstoffgas*, *Gas hydrogenium boratum*) erhielt *Davy* beym Auflösen

des Boronkaliums in Wasser oder Muriumsäure. Es hatte den Geruch des stinkenden Asants, brannte mit grünlicher Flamme, und bildete mit Azot- oder Muriumdoppelsäuregas sehr dicke weisse Nebel, weil Boronsäure entstand und niedergeschlagen wurde.

3. *Verbind. des Borons mit andern Aräoiden.*

§. 567. Das Boron scheint sich zu andern Aräoiden beyläufig so zu verhalten wie das Carbon. Die bekannten Verbindungen, besonders mit Metallen, werden weiterhin vorkommen.

III. Verbindungen des Borons auf der 3. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Boronoxydes.*

§. 568. Wenn man frisch dargestelltes, aber nicht geglühtes Boron mit dem Gas der Muriumdoppelsäure zusammen bringet; so erfolgt, nach *Davy*, augenblickliche Verbrennung, und wird ein weisser Dampf gebildet, welcher sich als eine weisse Masse an den Seitenwänden der Gefässe ablagert. Diese Masse zerfällt mit Wasser in Muriumsäurehydrat, Boronsäurehydrat, welche sich im Wasser auflösen, und in niederfallendes Boronoxyd. Die weisse Masse scheint also aus muriumsaurer Boronsäure und muriumsaurem Boronoxyde zusammen gesetzt zu seyn. — Ausser dieser Spur hat man nur wenig Andeutungen für die Existenz noch fernerer Verbindungen des überhaupt noch problematischen Boronoxydes.

2. *Verbindungen der Boronsäure.*

§. 569. Die $\overset{:::}{\underline{B}}$ verbindet sich wie andere Säuren mit vielen gleich hoch zusammengesetzten Körpern. Mit den Basen insbesondere erzeugt sie die *boronsauren Salze* (*Salia boracica*), *boraxsaure Salze*, und bewährt dabey eine Sättigungscapacität = 11,468. — Diese Salze entstehen durch einfache und doppelte Wahlverwandtschaft und auf nassem,

wie auf trockenem Wege. — Sie bestehen nur durch schwache Verwandtschaft, und werden daher von den meisten andern Säuren zersetzt; umgekehrt, treibt aber die Boronsäure jene Säuren in der Glühhitze wieder aus, weil sie feuerbeständiger ist (mit Ausnahme jedoch der Phosphorsäure, die die Boronsäure auch in der Hitze austreibt). — Diese Salze tendiren sehr zum basischen Zustande. Sie sind, mit Ausnahme des Ammoniak-, Kalium-, Sodium- und Lithiumoxydsalzes, schwer auflöslich im Wasser. — Durch Erhitzung mit Kohle oder Phosphor werden sie nicht zersetzt, weil das $\underline{B}$ dem $\underline{O}$ näher verwandt ist als das $\underline{C}$ und der $\underline{P}$. — Sie sind aber in der Hitze zum durchsichtigen Glase schmelzbar und lösen dann viele Metalloxyde auf; daher ihre Anwendbarkeit in der *Glas-* und *Emailmahlerey*. Werden diese Salze mit Schwefelsäure und Alkohol übergossen, so brennt letzterer beym Anzünden mit grüner Flamme.

Einzelne Verbindungen:

1) *Boronsäure mit Wasser.* Das *Boronsäurehydrat*, *borons. Hydrogenoxyd* (*Boras hydricus*, *Boraxsäurehydrat*, *Sedativsalz*, *Sal sedativum Hombergii*) = $\underline{\overset{:::}{B}}\,\underline{\dot{H}}^3$ = 1209,405 (72,099 $\underline{\overset{:::}{B}}$ + 27,901 $\underline{\dot{H}}$) wurde von *Homberg*, 1702, entdeckt, und findet sich theils frey, theils an Basen gebunden, in den früher (§. 565) angeführten Körpern, von der Natur erzeugt, vor.

α) Darstellung: 3 Th. bas. borons. Sodiumoxyd werden in 9 bis 12 Th. siedenden Wassers aufgelöset, und die filtrirte Auflösung wird mit 1 Th. conc. Schwefelsäure vermischt. Es entstehet schwefels. Sodiumoxyd und freyes Boronsäurehydrat; welches schon beym Erkalten grösstentheils und bey weiterem Abdampfen ganz heraus krystallisirt, und durch Umkrystallisiren von dem schwefels. Sodiumoxyd zu scheiden ist (oder bey geringer Menge durch Abdampfung zur Trockniss und Ausziehuug des Säurehydrates mit Weingeist). Das auf solche Weise dargestellte Hydrat enthält

aber immer auch Schwefelsäure, wovon es nur durch Schmelzung im Platintiegel bis zum ruhigen Flusse befreyt werden kann. Es wird hierauf neuerdings aufgelöset, krystallisirt, und die Krystalle werden so lange beträchtlich über + 100° C. erhitzt, bis das Krystallwasser entwichen ist.

[Diese Säure entstehet auch *a*) bey der Erhitzung des Borons an der Luft (§. 562, β); *b*) durch Erhitzung des B̲ mit conc. Schwefelsäure oder Azotsäure unter Entbindung von schwefligter Säure oder Azotoxydgas; *c*) durch Erhitzung des B̲ mit Kaliumoxydhydrat, unter Entbindung von H̲gas und Bildung von borons. Kaliumoxyd; *d*) durch Erhitzung des B̲ mit carbonsauren, schwefligtsauren und schwefelsauren, und azotsauren Alkalien, wobey Kohle, Schwefel oder Azotsuboxydulgas ausgeschieden und boronsaures Salz gebildet wird; *e*) durch Erhitzung des B̲ mit vielen im Ueberschuss angewendeten Metalloxyden, wobey borons. Salz und desoxydirtes Metall entstehet. — Am leichtesten ist es jetzt, diese Säure durch Reinigung der natürlich vorkommenden Boronsäure zu gewinnen.]

β) Eigenschaften: Das Boronsäurehydrat erscheint als weisse pulverige Substanz; welche anhaltend und bis zum klaren Flusse im Platintiegel geschmolzen, nach dem Erkalten eine farblose, durchsichtige, sehr harte, glasähnliche Masse, *verglaste Boronsäure* bildet: die eine Dichtheit = 1,803, keinen Geruch und einen schwach säuerlichen und bitterlichen Geschmack besitzt, im Feuer zwar schmelzbar aber höchst feuerbeständig ist, und an der Luft schnell Feuchtigkeit anziehet. Viele Chemiker halten diese verglaste Säure für wasserfrey, nach *Robiquet's* Untersuchungen soll sie jedoch noch 0,225 Wasser enthalten. Sie röthet schwach das Lackmus, was gleichfalls auf Wassergehalt deutet.

Die aus der wässerigen Auflösung angeschossene *krystallisirte Boronsäure* enthält, nach *Berz.*, 0,4362, also nebst dem Hydratwasser noch 3 At. Krystallwasser, und ist mithin = $\dddot{\underline{B}}H^3$ + 3 Aqu. = 1546,844. — Sie erscheint in kleinen elastischen, schwach perlmutterglänzenden Schup-

pen oder Blättern von 1,479 Dichtheit, welche wie das Hydrat schmecken und reagiren. Bis über + 100° C. erhitzt verliert sie mit Aufschäumen das Krystallwasser; wobey mit dem Wasser auch etwas von dem Hydrate verflüchtiget wird. Sie ist bey + 19° C. in 25,66, bey + 100° C. in 2,97 Th. Wassers und auch im heissen Alkohol und in ätherischen Oehlen und starken Säuren auflöslich. Wird die wässerige Auflösung abgedampft, so verflüchtigt sich mit dem Wasser auch ein Theil der Säure. Die alkoholische Auflösung färbt das Curcumapapier braun und brennt mit grüner Flamme, wenn sie angezündet wird.

γ) Zersetzung: *a*) durch galv. elektr. Batterien (§. 562, *a*, *c*); *b*) durch Kalium oder Sodium in höherer Temp., im ersten Falle mit Feuererscheinung. Diese Zersetzung ist immer mit kleinen Verpuffungen verbunden, weil auch die verglaste Boronsäure noch Wasser enthält. — Wird insbesondere die krystallisirte Säure anhaltend erhitzt, so verliert sie über + 100° C. 0,211, und beym Glühen noch 0,129 Wasser; das Uebrige kann ihr nur durch Glühen mit einer die Säure bindenden Basis, z. B. mit Bleyoxyd, entzogen werden.

δ) Anwendung: Als *Arzeneymittel.* Als *Schmelzmittel* (*Fluss*), vorzüglich zum Aufschliessen der Fossilien (s. u. Kaliumoxydhydrat).

2) *Boronsäure mit Azotsäure.* Die Boronsäure hält etwas Azotsäure sehr fest an sich, und verliert sie nur in starker Hitze.

3) *Boronsäure mit Fluorsäure.* Die *fluorsaure Boronsäure, Fluorboronsäure, fluorboronsaures Gas* (*Acidum fluorico-boracicum, flussboraxsaures Gas, Flussboraxsäure*) (Fluorbor, Fluorborongas, Borum fluoratum) = $\overset{\vdots\vdots}{\underline{B}}\underline{F}^6$ = 1674,766 = (47,935 $\dot{\underline{F}}$ + 52,065 $\overset{\vdots\vdots}{\underline{B}}$) wurde, 1809, von *Gay-Lussac* und *Thenard* entdeckt und von *Berz.*, 1823, näher erforscht.

a) Darstellung: Ein Gemenge von 1 Th. verglaster Boronsäure und 2 Th. reinem (siliciumfreyen) flusssauren Cal-

ciumoxyd wird entweder für sich in einem Flintenlaufe bis zum Weissglühen erhitzt, oder mit 8 Th. conc. Schwefelsäure in einer bleyernen Retorte gelinde erwärmt, und in beyden Fällen das sich entbindende Gas der Doppelsäure über Mercur aufgefangen.

β) Eigenschaften: Farbloses Gas von 2,3124 (nach *Dumas*) oder 2,3709 (nach *J. Davy*) Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1), welches an der Luft sehr dichte Nebel erzeugt, das Lackmus stark röthet, stechend, höchst erstickend riechet, weniger sauer, mehr scharf schmeckt, und die Organe sehr afficirt, nicht brennbar ist und das Brennen anderer Körper nicht unterhält, zum Athmen nicht tauget, vielmehr höchst gefährlich wirket, organische Stoffe fast stärker verkohlt als die conc. Schwefelsäure, aber das Glas nicht angreifet.

Vom Wasser wird dieses Gas unter starker Wärmeentbindung (nach *J. Davy*) mit dem 700fachen Vol. absorbirt, und stellet so die conc. *wässerige Fluorboronsäure* (Hydrofluorborsäure) dar; welche als eine öhlähnliche fast farblose Fl. von 1,770 Dichtheit erscheint, zum Sieden eine sehr hohe Temp. erfordert, an der Luft heftig dampft, im höchsten Grade ätzend wirket, organische Stoffe schnell verkohlt, beym Erhitzen $^1/_5$ der gasförmigen Säure fahren lässt, und hierauf unverändert überdestillirt.

[Diese wässerige Doppelsäure lässt sich nach *Berz.* auch durch Auflösen der Boronsäure in wässeriger Fluorsäure und Abdampfen bis zur anfangenden Entweichung der Doppelsäure darstellen. — Wird das Gas der Doppelsäure bey seiner Entbindung unmittelbar in Wasser geleitet, so darf das Entbindungsrohr nicht eintauchen; weil bey der ungemein raschen Absorbtion das Wasser in die Retorte übertreten würde.

Das fluorborons. Gas wird auch vom Alkohol absorbirt, und bildet damit eine sehr saure stark riechende Flüssigkeit.

γ) Zersetzung: Die gasförmige Doppelsäure wird zersetzt: *a*) durch Kalium, welches darin beym Erhitzen ver-

brennt, indem es sich, aus der Boronsäure das Boron abscheidend, oxydirt und mit der Fluorsäure und 1 Th. Boronsäure zu fluorborons. Kaliumoxyd wird; *b*) durch Sodium eben so, aber lebhafter; *c*) durch Absorbtion in sehr vielem Wasser, wobey $\frac{1}{4}$ der Boronsäure ausgeschieden wird, und eine Verbindung von Fluorboronsäure mit Fluorsäurehydrat in der Fl. bleibt. — Die Fluorboronsäure ist überhaupt eine sehr innige Verbindung, und wird selbst durch Hitze, rothglühendes Eisen und elektr. Funken nicht zersetzt; ja sie kann als solche, indem die Boronsäure darin die Rolle einer Basis übernimmt, sogar mit andern Salzen Doppelsalze erzeugen (s. §. 571).

Die wässerige Säure erleidet durch starke Verdünnung gleichfalls die vorhin (*c*) angezeigte Zersetzung; daher denn auch beym Einströmen der gasförmigen Doppelsäure in das Wasser anfangs ein Theil der Boronsäure ausgeschieden, jedoch späterhin, wenn die Fl. concentrirter ist, wieder aufgenommen wird.

[Es ist höchst interessant über diesen Gegenstand die chloristische Theorie zu vergleichen.] (✱)

4) *Boronsäure mit Muriumsäure.* Die *muriumsaure Boronsäure* (*muriumboronsaures Gas*, *Acidum muriatico-boracicum*) (Chlorboron, Chlorborongas, Borum chloratum) = $\underline{\dddot{B}}\underline{\ddot{M}}^{6}$ = 2927,896 = (29,781 $\underline{\dddot{B}}$ + 70,219 $\underline{\ddot{M}}$) entstehet, wenn man vollkommen trockenes Boron in der hinreichenden Menge Muriumdoppelsäuregas erhitzt. Die nach der Verbrennung vorfindige neue Doppelsäure ist ein farbloses Gas; welches von der überschüssigen Muriumdoppelsäure schon durch die Berührung mit Mercur beym Auffangen befreyt wird. Sie hat einen stechend sauren Geruch, bildet an der Luft starke Nebel, und zerfällt durch Wasser, von dem sie stark absorbirt wird, schnell in Murium- und Boronsäurehydrat.

5) Die ferneren Verbindungen kommen weiterhin noch vor.

IV. Verbindungen des Borons auf der 4. Stufe der Zusammensetzung.

§. 570. Hier finden sich mehrere Doppelsalze der Boronsäure und einige Hydratsalze derselben.

1. *Verbindungen des Boronsäurehydrates.*

1) *Boronsäurehydrat mit Ammoniakh.* Das *neutrale boronsaure Ammoniakhydrat* (*Boras ammonicus*, *boraxsaures Ammoniak*, *Ammoniacum boracicum*) $= (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + \overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{B}} + \dot{\underline{H}}^4 = 1536{,}358 = (56{,}755\ \overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{B}} +$ 13,960 Ammon. $+$ 29,285 $\dot{\underline{H}})$ findet sich natürlich im Wasser eines Sees bey Velterrano, und wird durch unmittelbare Verbindung erzeugt, wenn man Boronsäure in überschüssigem wässerigem Ammoniak auflöset. Es krystallisirt in trüben rhombischen Octaëdern, ist in beyläufig 12 Th. kalten Wassers auflöslich, schmeckt scharf und bitter, verwittert an der Luft, und gehet dabey, Ammoniak verlierend, in das *saure borons. Ammoniak* $= (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + \overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{B}}{}^2 + \dot{\underline{H}}^8 = 2858{,}236 = (61{,}014\ \overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{B}} +$ 7,504 Ammon. $+$ 31,482 $\dot{\underline{H}})$ über. — Das saure Salz entsteht auch, wenn man die wässerige Auflösung des neutralen erhitzt, oder erwärmtes wässeriges Ammoniak mit Boronsäure vollkommen sättigt, und krystallilisirt in 6seitigen Prismen; die bitterlich und brennend schmecken, alkalisch reagiren, in 8 Th. Wasser auflöslich sind, an der Luft nicht verändert werden, aber in der Hitze, wie das neutrale Salz, in entweichendes Ammoniak und verglaste Boronsäure zerfallen.

Es scheint auch noch ein *basisches Salz* $= \overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{B}} + 2\,(\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}})$ möglich zu seyn (?), wenigstens findet sich dasselbe in einem Doppelsalze vor (§. 573).

2. *Verbindungen der Fluorboronsäure.*

§. 571. Die Fluorboronsäure $= \overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{B}}\dot{\underline{F}}^6$ hat die merkwürdige Eigenschaft, als solche mit Salzen sich zu Doppelsalzen verbinden zu können; wobey also die Boronsäure wie

eine Basis auftritt. Die Tendenz hierzu ist auch so gross, dass die Boronsäure aus den fluorsauren Salzen sogar einen Theil des Alkali austreibt, um solche Doppelsalze zu bilden. So z. B. wird aus dem fluorsauren Kaliumoxyd, wenn man Boronsäure hinzufügt, ein Theil des Kaliumoxydes frey; indem die Verbindung von fluors. Boronsäure mit fluors. Kaliumoxyd entstehet.

Diese Doppelsalze werden dargestellt: *a*) wenn man ein fluors. Salz mit Fluorboronsäure vereinigt; *b*) durch Behandlung der fluors. Fluorboronsäure mit den betreffenden Oxyden (s. weiter unten 1).

Die einzelnen Verbindungen folgen.

1) *Fluorboronsäure mit Fluorsäurehydrat.* Die *fluorsaure Fluorboronsäure* (*8fach-flusssaure Boraxsäure*), (Borfluorwasserstoffsäure) $= \overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{B}}\dot{\underline{F}}^6 + (\dot{H}\dot{\underline{F}})^2 = 2167{,}326$ entsteht, wenn man die conc. wässerige Fluorboronsäure mit Wasser verdünnt; wobey $^1/_4$ der darin enthaltenen Boronsäure ausgeschieden wird, und diese Verbindung in der Flüssigkeit aufgelöset bleibt. Auch wird sie gebildet, wenn man das fluorborons. Gas nur so lange in Wasser einströmen lässt, bis die Auflösung sauer zu werden anfängt. — Wird diese Fl. abgedampft, so verliert sie 2 At. Fluorsäurehydrat, und gehet in $\overset{\vdots\vdots\vdots}{\underline{B}}\dot{\underline{F}}^6$ über. Es ist klar, dass man sie mithin auch als *saure fluors. Boronsäure ansehen könnte.* — Mit Metalloxyden erzeugt sie die vorhin (§. 571) erwähnten Doppelsalze; indem die Fluorsäure zuerst mit dem Metalloxyd, und hierauf dieses Salz mit der fluors. Boronsäure verbunden wird.

2) Die fernern Verbindungen, nahmentlich mit fluors. Salzen, kommen in der Folge vor.

V. Verbindungen des Borons auf der 5. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des neutralen borons. Ammoniaks.*

§. 572. Man kennet bereits folgende hierher gehörigen Verbindungen.

1) *Neutrales borons. Ammoniakhydrat mit fluors. Ammoniak.* Das *fluor- und borons. Ammoniakhydrat* (Fluorboron-Ammoniak) entstehet (nach *Davy*), wenn man fluorborons. Gas mit Ammoniakgas zusammen mischt, und zwar bildet sich, je nachdem man gegen 1 Vol. der Fluorboronsäure 1, 2 oder 3 Vol. Ammoniakgas nimmt, eine weisse, feste, oder im zweyten und dritten Falle eine flüssige Verbindung. — Werden die flüssigen Verbindungen erhitzt, oder mit Carbon- oder Muriumsäure behandelt, so verlieren sie Ammoniak und gehen in die feste über. — Die erste dieser Verbindungen enthält nach *Davy* in 100 Th. 20,53, die zweyte 34,07, die dritte 43,66 Ammoniak.

2) *Neutrales borons. Ammoniakhydrat mit muriums. Ammoniakhydrate.* Das *murium- und borons. Ammoniakhydrat* (Chlorboron-Ammoniak) entstehet, wenn man Fluorboronsäuregas mit Ammoniakgas zusammen bringet. 1 Vol. des erstern nimmt 1 $^1/_2$ Vol. des letztern auf, und erzeugt eine weisse Salzmasse, die sich unzersetzt sublimiren lässt.

3) *Neutrales borons. Ammoniakhydrat mit bas. borons. Ammoniak.* Das *neutral- und basisch borons. Ammoniakh.* ($^2/_3$ *boraxs. Ammoniak*) $= ((\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + \dot{\underline{H}}\overset{\cdot\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underline{B}}}) + ((\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}})^2 + \overset{\cdot\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underline{B}}}) = 3062{,}232 = (56{,}949\ \overset{\cdot\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underline{B}}} + 21{,}012$ Amm. $+ 22{,}039\ \dot{\underline{H}})$. Vielleicht enthält es mehr Wasser. Es entsteht durch unmittelbare Verbindung.

2) *Verbindungen des Fluorboronsäurehydrates.*

§. 573. Man kennet bereits die folgenden:

1) *Fluorboronsäurehydrat mit fluors. Ammoniakhydrat.* Das *Fluorboronsäure-fluorsaure Ammoniak* (Fluorboron-flusssaures Ammoniak) entstehet, wenn man das fluorsaure Ammoniak mit Boronsäure zusammen bringet; die nähmlich (§. 571) etwas Ammoniak austreibt und selbst in die Verbindung eingehet. — Es enthält 1 At. Fluorboronsäure gegen 2 At. fluors. Ammoniak, und ohne Zweifel auch Wasser, krystallisirt aus seiner Auflösung in kleinen Säulen, röthet Lack-

mus, schmeckt wie|muriums. Ammoniak, lässt sich unzersetzt sublimiren, und ist leicht im Wasser und auch im Alkohol auflöslich.

Eilftes Kapitel.

Phosphor.

574. Der *Phosphor* (*Phosphorus*) = P ist isolirt nicht darstellbar, aber aus seinen Verbindungen erschlossen worden. Er findet sich als Substrat der Phosphorsäure in mehreren Mineralien und in vielen Pflanzen- und Thierkörpern vor, nahmentlich in grosser Menge in den Knochen der Thiere. — Dieser Stoff ist bey weitem noch nicht so vollständig erforscht, als es zu wünschen wäre; hier werden wir in der Darstellung seiner Verhältnisse derjenigen Ansicht folgen, die nach der Analogie als die wahrscheinlichste hervortritt.

I. Verbindungen des Phosphors auf der 1. Stufe der Zusammensetzung.

§. 575. Der *Phosphor* auf dieser Stufe der Zusammensetzung (oder das *Phosphoraräoid*) = $\underline{P}$ = 46,155 ist isolirt gleichfalls noch nicht dargestellt, und bloss aus seinen Verbindungen erschlossen.

II. Verbindungen des Phosphors auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Phosphors mit Oxygen.*

§. 576. Verbindungen des Phosphors mit dem Oxygen wird man durch die vorliegenden Erfahrungen, und gestützt auf stöchiometrische Gesetze, veranlasset fünfe anzunehmen, nähmlich mit 1, 2, 3, 4 und 5 At. $\underline{O}$; die man *Phosphoroxydul*, *Phosphoroxyd*, *phosphorigte Säure*, *Phosphorsäure* und *Ueberphosphorsäure* nennen kann. — Die genaue Bestimmung der Oxygenmenge in diesen Verbindun-

gen hat indessen grosse Schwierigkeiten, weil immer mehr als eines dieser Oxyde zugleich entstehet.

a) Phosphoroxydul.

§. 577. Das *Phosphoroxydul* (*Phosphorus oxydulatus*) (gewöhnlich *Phosphor*, *Phosphorus* genannt), muthmasslich = $\dot{\underline{P}}$ = 146,155 = (31,579 $\underline{P}$ + 68,421 $\underline{O}$), wurde von *Brandt*, 1669, entdeckt, und späterhin auch von *Kunkel*, 1674, und von *Boyle* dargestellt, und in der Folge von vielen Chemikern sehr sorgfältig untersucht; aber unter dem hindernden Einflusse seiner Eigenschaften so wenig ins Reine gebracht, dass auch heute noch mancherley Zweifel obwalten.

[Diese Substanz wird von den meisten Chemikern als einfacher Stoff angesehen, und mit P bezeichnet; dessen Atomzahl zugleich = 196,155 genommen wird. — Die oben (§. 575) angeführte Atomzahl des $\underline{P}$ = 46,155 wurde aus den drey höheren Oxyden des Phosphors — deren Oxygengehalt immer nur um 1 At. differirt, erschlossen. — Man wird sich hieraus die auch in den höheren Verbindungen vorkommenden Abweichungen der Zahlen erklären können. (*M.* At. 15.)]

α) Darstellung: Man vermengt die mit wenig Wasser bereitete Auflösung von kalkhältiger Phosphorsäure (saures phosphors. Calciumoxyd) mit $^1/_3$ bis $^1/_2$ Kohlenpulver, trocknet das Gemenge über dem Feuer scharf aus, und destillirt dasselbe hierauf, so lange als noch Dämpfe und Gasarten entweichen (mehrere Stunden lang), bey einer zuletzt bis zum Weissglühen steigenden Hitze, aus einer Steingutretorte; indem man den Hals der Retorte mit seiner Mündung in Wasser eintauchet, und somit die Entzündung der Phosphordämpfe verhindert. — Das übergegangene $\dot{\underline{P}}$ findet sich nach dem Erkalten des Apparates als eine unreine feste Masse unter dem Wasser, und wird dadurch gereinigt, dass man es in dichtes sämischgares Gemsleder einbindet, dann bis zum Schmelzen in warmes Wasser eintauchet und hierauf unter dem Wasser auspresset, und allenfalls noch einmahl auf die angezeigte Weise überdestillirt.

[Bey dieser Operation wird die Phosphorsäure durch die Kohle auf $\underline{\dot{P}}$ desoxydirt und als Dampf übergetrieben; während zugleich Carbonsäuregas, untercarbonigtsaures Gas, Carbonhydrogengas und Phosphorhydrogengas durch das Wasser entweichet, und eine rothe Verbindung aus Phosphoroxyd und Carbonoxydul, das $\underline{\dot{P}}$ verunreinigend, vorgefunden wird: die alle dadurch entstanden sind, dass auch das Hydratwasser der Phosphorsäure mit zersetzt wurde. — In Stängelchen formt man das $\underline{\dot{P}}$, wenn es unter warmem Wasser geschmolzen, in gläserne Röhren gefüllt und darin erkältet wird; granulirt erhält man dasselbe, wenn es mit Wasser in einer kleinen Flasche geschmolzen, und bis zum Erkalten geschüttelt wird.

Auf gleiche Weise lässt sich das $\underline{\dot{P}}$ mittelst Kohle auch aus andern phosphorsauren Salzen darstellen, z. B. aus phosphorsaurem Bleyoxyd. — Auch lässt sich dasselbe aus Phosphorsäurehydrat bereiten, wo aber grosser Verlust Statt findet; weil ein Theil der Säure unzersetzt verflüchtiget wird, und sich nachher im vorgeschlagenen Wasser aufgelöst findet. — Neuerlich hat *Wöhler* dargethan, dass die Operation auch gelingt, wenn man Knochenkohle mit Sand (Siliciumoxyd) und Kohlenpulver destillirt (*Pogg.* Ann. XVII. 178). — In der frühern Zeit wurde das $\underline{\dot{P}}$ aus dem Harn abgeschieden, indem man denselben zur Honigdicke abdampfte, und hierauf durch Destillation mit Sand oder Kohlenpulver das darin enthaltene phosphorsaure Sodiumoxyd und Ammoniak zersetzte. — Die Behandlung dieses Präparats fordert grosse Vorsicht, weil es sich im geschmolzenen Zustande an der Luft äusserst heftig entzündet, und durch Umhersprühen gefährliche Verletzungen erzeugt. — Daher wird es auch immer unter Wasser aufbewahrt.]

β) Eigenschaften: Blassgelbliche, fast ungefärbte, halb durchsichtige, fettglänzende Substanz von 1,70 bis 1,77 Dichtheit; welche einen knoblauchartigen Geruch und etwas scharfen widerlichen Geschmack besitzt, in niedriger Temp. hart und spröde, in mittlerer hingegen zähe und biegsam erscheint, und sich wie Wachs mit dem Messer schneiden lässt. Sie schmilzt schon bey + 35,8° C. zur öhlähnlichen Fl., die beym Erkalten wieder fest wird, und dabey zu octaëdrischen, nadelförmigen oder blätterigen Krystallen anschiesset; die man sichtbar machen kann, wenn im Moment des Festwerdens die Decke durchsto-

chen, und der noch flüssige Theil (unter Wasser) abgegossen wird. Bey + 290° C. kommt diese Substanz endlich ins Sieden, und destillirt unverändert über; ist jedoch schon in mittlerer Temperatur der langsamen Verflüchtigung fähig.

[Nach *Thenard* erstarrt das $\dot{\underline{P}}$ mit schwarzer Farbe, wenn es im geschmolzenen Zustande in eiskaltes Wasser gegossen wird, verliert diese Farbe jedoch beym Schmelzen wieder. Diese sonderbare Eigenschaft ist noch nicht erklärt (s. §. 601, 3).]

Das $\dot{\underline{P}}$ ist unauflöslich im Wasser, aber auflöslich in 320 Th. kalten und 240 Th. heissen Alkohols, und auch in 33 Th. reinen Aethers, in flüchtigen und fetten Oehlen (in 80 bis 96 Th. Leinöhl), und in geschmolzenem Wachs und Harzen, und im schmelzenden Schwefel; aus welchem es, nach *Mitscherlich*, beym Erkalten in 6seitigen Prismen mit 3seitiger Zuspitzung krystallisirt. Ja es ist sogar in den verschiedensten Gasarten in geringer Menge auflöslich, was auch dessen Verflüchtigung in den Gasarten begünstigt. Die Auflösungen in Alkohol, Aether und Oehlen leuchten im Dunkeln, mit Ausnahme jedoch derjenigen mit Nelken-, Zimmet- und Steinöhl.

Das $\dot{\underline{P}}$ ist endlich in hohem Grade geneigt sich höher zu oxydiren. Die Auflösung desselben in Ågas, Hydrogengas, untercarbonigtsaurem Gas u. s. w., fängt an zu leuchten, wenn man sie mit $\underline{O}$gas mengt; weil das $\dot{\underline{P}}$ langsam mit phosphorischem Leuchten zu $\dddot{\underline{P}}$ verbrennt. Aus diesem Grunde leuchtet auch das feste $\dot{\underline{P}}$ an der Luft im Dunkeln.

[Merkwürdig hierbey ist es, dass die Auflösung des $\dot{\underline{P}}$ in $\underline{O}$gas gleichfalls nur erst leuchtet, wenn sie mit andern Gasarten als Hydrogengas, Ågas u. s. w. vermengt wird. Diese Erscheinung erklärt sich aber aus dem Umstande, dass erst durch die Hinzukunft der andern Gasart jene Ausdehnung des $\dot{\underline{P}}$ eintritt, bey welcher die Verbrennung erfolgen kann (§. 175); wofür auch der Umstand spricht, dass die Auflösung in $\underline{O}$gas sogleich leuchtet, wenn sie bis zu + 27° C. erwärmt wird. Die-

ser Versuch ist übrigens ungemein wichtig für die Wärmelehre, denn er beweiset augenfällig, dass das Aräon wie jeder andere Körper nur durch seine Interposition die Ausdehnung und Verbindung anderer Stoffe einleitet. (✱)

Wird das $\dot{\underline{P}}$ in Berührung mit der Luft oder mit $\underline{O}$gas durch äussere Wärme oder durch Reibung bis zu + 75° C. erhitzt, so verbrennt es äusserst heftig zu $\overset{\cdots}{\underline{P}} + \overset{::}{\underline{P}}$, und bey hinreichendem $\underline{O}$gas zu $\overset{\cdots}{\underline{P}} + \overset{\underset{\cdot\cdot}{\cdot\cdot\cdot}}{\underline{P}}$. — Ja es zersetzt oft auch andere oxydirte Substanzen zu seiner höheren Oxydation, wovon in der Folge noch die Rede seyn wird.

[Die rasche Verbrennung kann aber in viel niedrigerer Temp. erfolgen, wenn das $\dot{\underline{P}}$ aufgelockert oder wohl gar in Dampfform aufgelöst wird. Bedeckt man dasselbe z. B. mit Baumwolle, gepulvertem Harz oder Schwefel, und verdünnt hierauf rasch die Luft, so tritt die Verbrennung schon in gemeiner Temp. ein; weil die Cohäsion desselben sowohl durch die verdünnte Luft, als durch die Attraction jener Substanzen vermindert wird. Dass dem so sey, ist nicht zu bezweifeln, weil die Entzündung auch ohne jene Substanzen erfolgt, wenn die Luft verdünnt wird. (*Schw.* LXIII. 487.)] (✱)

Auf den thierischen Organismus wirket das $\dot{\underline{P}}$ giftig.

γ) Zersetzung: Das $\dot{\underline{P}}$ wird nur in solchen Fällen zersetzt, wo das $\underline{P}$ sogleich mit andern Stoffen verbunden werden kann. Diess geschieht z. B. beym Erhitzen mit gewissen Metallen unter Ausschluss der Luft, indem Phosphormetalle und Metalloxyde oder phosphorsaure Metalloxyde entstehen. Dieser Gegenstand bedarf indessen gar sehr der wiederholten Untersuchung (s. auch bey Phosphoroxyd §. 378).

δ) Anwendung: Als *Arzeneymittel;* zur *Reduction einiger Metalloxyde;* als *eudiometrisches Mittel;* zur Darstellung heftig brennender Mischungen in der *Feuerwerkskunst* (zu *Leuchtsignalen* und zur *Beleuchtung der Theaterdecorationen*), und insbesondere der *Phosphorfeuerzeuge.*

[Zu *Leuchtsignalen* hat man sich oft des vehementen Lichtes bedient, welches die Verbrennung des $\dot{\underline{P}}$ in Oxygengas beglei-

tet. — Die *Phosphorfeuerzeuge* entstehen, wenn man in kleinen Fläschchen etwas $\dot{\underline{P}}$ bis zum Schmelzen erhitzt, dann (mit einem kleinen Blasebalg) so oft Luft einbläst, bis dasselbe zu einer röthlich gelben Substanz verbrannt ist; worauf etwas Magniumoxyd hinzugefügt, und das Fläschchen wohl verstopft wird. Tauchet man in ein solches Gefäss ein Schwefelhölzchen, so entzündet es sich nachher an der Luft; weil die an dem Schwefel haftende Mischung aus $\dddot{\underline{P}} + \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{P}}$, $\ddot{\underline{P}}$ und sehr aufgelockertem $\dot{\underline{P}}$ bestehet, welches letztere an der Luft entzündlich ist (s. oben β). Das Magniumoxyd dient, die Säuren zu binden (s. auch §. 579).

Als Arzneymittel kann nur reines $\dot{\underline{P}}$ dienen. Die Beymischung von Schwefel verräth schon der stechende Geruch beym Verbrennen, weil schwefligte Säure entsteht.

In der Medicin hat man bisher vorzüglich die Auflösung des $\dot{\underline{P}}$ in Aether (*Aether phosphoratus*) und in Mohnöhl (*Oleum phosphoratum*) angewendet.]

b) Phosphoroxyd.

§. 578. Das *Phosphoroxyd* (*rothes Phosphoroxyd*, *Oxydum phosphoricum*, *Phosphorus oxydatus*, *Acidum subphosphorosum*) muthmasslich $= \ddot{\underline{P}} = 246{,}155$ $= (18{,}750\ \underline{P} + 81{,}250\ \underline{O})$ war lange zweifelhaft, bis endlich *Pelouze* die Existenz desselben, 1832, vollkommen erwies.

α) Darstellung: (nach *Berz.*) Das $\dot{\underline{P}}$ wird unter warmem Wasser geschmolzen, und hierauf durch eine Röhre so lange Oxygengas darauf geleitet, als die Verbrennung unter dem Wasser fortdauert. Es wird dabey $\ddot{\underline{P}}$ und Phosphorsäure gebildet; welche letztere sich im Wasser auflöset, während das $\ddot{\underline{P}}$ in gelbrothen Flocken ausgeschieden wird. Um diese rein darzustellen, werden sie abgesondert, mit Wasser destillirt (wobey etwas unverändertes $\dot{\underline{P}}$ mit übergehet), dann durch Wasser vollkommen von der Säure befreyt und getrocknet.

[Dieses Oxyd entsteht auch beym raschen Verbrennen des $\dot{\underline{P}}$ an der Luft mit $\dddot{\underline{P}}$ und $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{P}}$ zugleich; welche beyde letztere durch Waschen mit Wasser entfernt werden können. — Es entsteht ferner bey Einwirkung des Lichtes auf $\dot{\underline{P}}$; dieses mag nun in

hermetisch verschlossenen Glasröhren, oder in $\underline{H}$gas, in $\underline{A}$gas, oder in Weingeist, ausgekochtem Wasser u. s. w. dem Lichte ausgesetzt seyn. Ehedem hielt man das auf diese Art entstehende Oxyd bloss für mechanisch veränderten Phosphor; weil man wusste, dass kein Zutritt der Luft oder des $\underline{O}$ Statt gefunden hatte. Neuere Erfahrungen haben aber gelehrt, dass die im Lichte erzeugte rothe Substanz wirklich zum Theil aus Phosphoroxyd besteht, welches auch durch mässige Erhitzung, mit Ausschluss der Luft, isolirt im Rückstande erhalten werden kann. Diese Bildung des Phosphoroxydes ist noch nicht genügend erklärt. — Man kann schliessen, dass die Oxydation durch das $\underline{O}$ des Lichtes geschehe; diesem widerspricht indessen die Erfahrung, dass man bey dem Rothwerden des $\dot{\underline{P}}$ bisher keine Gewichtszunahme wahrgenommen hat. Bestätigt sich dieses, so ist es dann am wahrscheinlichsten, dass unter dem Einflusse des Lichtes das $\dot{\underline{P}}$ in ein Gemenge aus freyem $\underline{P}$ und $\underline{P}$ übergehe. (*)

Das $\dot{\underline{P}}$ wird endlich auch unter Umständen gebildet, wo das $\dot{\underline{P}}$ andern oxydirten Substanzen $\underline{O}$ entzieht (s. §§. 592 und 596).

β) Eigenschaften: (nach *Pelouze.*) Rothe, geruch- und geschmacklose Substanz, welche dichter ist als das Wasser; weder vom Wasser, noch von Alkohol, Aether, ätherischen und fetten Oehlen aufgelöst wird, im Finstern nicht leuchtet, beym Erhitzen, unter Ausschluss der Luft, in Phosphorsäure und $\dot{\underline{P}}$ zerfällt, beym Erhitzen an der Luft erst in der Rothglühhitze zu Phosphorsäure verbrennt; mit erhitzter Schwefelsäure, Phosphorsäure und schwefligte Säure liefert; mit conc. Azotsäure, azotigter Säure, und Muriumdoppelsäure augenblicklich entflammt; mit azots. Kaliumoxyd bey schwacher Erwärmung, mit Schwefel und andern brennbaren Substanzen nur bey höherer Temperatur verpufft; mit 6fachoxyd. muriums. Kaliumoxyd aber schon in gemeiner Temp. heftig detonirt u. s. w. (*Schw.* LXV, 446).

c) Phosphorigte Säure.

§. 579. Die *phosphorigte Säure* (*Acidum phosphorosum*) (*unvollkommene Phosphorsäure*) = $\dddot{\underline{P}}$ = 346,155 = (13,333 $\underline{P}$ + 86,667 $\underline{O}$) wurde von *Davy* entdeckt, von *Dulong* näher untersucht.

Diese Säure entstehet allemahl, wenn das $\dot{\underline{P}}$ unter Umständen oxydirt wird, die die höhere Oxydation verhindern können. Z. B. wenn das $\underline{P}$ in wenig oder in verdünnter Luft verbrennt, oder mit Substanzen zusammen trifft, die nur eine gewisse Menge $\underline{O}$ abgeben können, und dann mit der $\dddot{\underline{P}}$ vereinigt werden (s. §. 593). *Steinacker* verbrannte $\underline{P}$ in einer engen, den Luftzutritt hemmenden Glasröhre durch Erhitzung bis zu 100° C.; wobey $\ddot{\underline{P}}$ als Rückstand erschien, und ein Theil sublimirt wurde, welcher die trockene phosphorigte Säure seyn soll. Diese Substanz erschien als lockeres weisses, wie Knoblauch riechendes Pulver, schmeckte stechend sauer und röthete nicht das trockene, aber stark das feuchte Lackmus u. s. w.

[Da aber in allen andern Fällen beym Verbrennen des $\underline{P}$ erfahrungsmässig nebst den niedrigern Oxyden auch Phosphorsäure entsteht, so ist wohl noch zu untersuchen, ob nicht auch dieses Präparat Phosphorsäure enthielt, und ob überhaupt die phosphorigte Säure isolirt existiren kann?]

Diese trockene phosphorigte Säure ist flüchtig, und lässt sich durch Hitze in der Glasröhre von einer Stelle auf die andere sublimiren. An die Luft gebracht, entzündet sie sich (nach *Berz.*) sogleich zu Phosphorsäure verbrennend; in Folge der Erhitzung, die durch heftige Anziehung der Feuchtigkeit aus der Luft eintritt.

[Nach dieser Erfahrung möchte es wohl seyn, dass die Phosphorfeuerzeuge auch der trockenen phosphorigten Säure ihre Entzündlichkeit verdanken.]

d) Phosphorsäure.

§. 580. Die *Phosphorsäure* (*Acidum phosphoricum, Knochensäure*) = $\overset{\therefore\therefore}{\underline{P}}$ = 446,155 = (10,345 $\underline{P}$ + 89,655 $\underline{O}$) ist isolirt noch nicht dargestellt worden. Sie kommt nur in geringer Menge in der Natur vor, und zwar an Basen gebunden, und im grössten Verhältnisse in den Knochen der Thiere. — Sie entstehet auch häufig beym Verbrennen des $\underline{P}$, wo sie aber immer mit andern zugleich gebilde-

ten Oxyden des $\underline{P}$ vereinigt bleibt. — Sie gehet höhere Verbindungen ein, aus welchen auch ihre eigene Zusammensetzung u. s. w. erschlossen worden ist.

e) Ueberphosphorsäure.

§. 581. Die *Ueberphosphorsäure*, *oxydirte Phosphorsäure* (*Acidum phosphoricum oxygenatum*, *vel oxyphosphoricum*) = $\dddot{\underline{P}}$ = 546,155 = (8,451 $\underline{P}$ + 91,549 $\underline{O}$) hat isolirt noch nicht dargestellt werden können; doch lässt sich dieselbe aus ihren Verbindungen folgern (§. 595).

2. *Verbindungen des Phosphors mit Hydrogen.*

§. 588. Nach der Analogie kann man 3 Verbindungen des $\underline{P}$ mit dem $\underline{H}$ voraussetzen, nähmlich ein *Phosphorsubhydroidul* = $\underline{P}\underline{H}$ = 58,635; ein *Phosphorhydroidul* = $\underline{P}\underline{H}^2$ = 71,114; und ein *Phosphorhydroid* = $\underline{P}\underline{H}^3$ = 83,594. Bis jetzt ist jedoch keine dieser Verbindungen isolirt dargestellt worden. Das Bekannte hierüber folgt weiterhin bey den Verbindungen der Phosphorhydroide.

3. *Verbindungen des Phosphors mit andern Aräoiden.*

§. 589. Die Verbindungen des Phosphors mit andern Aräoiden sind kaum untersucht. Das meiste weiss man noch von seinen Verbindungen mit Metallen, den *Phosphormetallen*. Diese entstehen theils durch Erhitzung der Metalle mit Phosphoroxydul, oder mit den höheren Oxyden des Phosphors (oder Verbindungen desselben) und der Kohle, theils durch Zersetzung der Phosphorhydroide mittelst Metallen, Metalloxyden oder Metallsalzen. Sie besitzen meistens Metallglanz, und werden zersetzt: α) durch Erhitzung an der Luft, indem sie in phosphors. Salze oder in Phosphorsäure und Metall zerfallen; β) durch Azotsäure in phosphors. Salze; γ) mehrere derselben auch schon durch Wasser, indem Phosphorhydrogen und Metalloidoxydhydrate gebildet werden. — Diese Verbindungen kommen weiterhin noch im Einzelnen vor.

III. Verbindungen des Phosphors auf der 3. Stufe der Zusammensetzung.

§. 590. Auf dieser Stufe der Zusammensetzung finden wir die Hydrate, Salze und Doppelsäuren der verschiedenen Phosphoroxyde und Phosphorhydroide vor.

1. *Verbindungen des Posphoroxyduls.*

591. Diese Verbindungen sind noch viel zu wenig untersucht, und noch weniger die Ansichten darüber berichtiget, und insbesondere ist dieses der Fall bey den Verbindungen des Phosphoroxyduls mit den Metalloidoxyden, die unter dem Nahmen der *Phosphoralkalien* und *Phosphorerden* bekannt sind, — Sie entstehen, wenn das $\dot{\underline{P}}$ mit einem Metalloidoxyd unter Ausschluss der Luft bis zur Vereinigung erhitzt, oder wenn ein Metalloidoxyd mit verglaster Phosphors. und Kohle auf gleiche Weise behandelt wird. — Sie enthalten gegen 1 At. Metalloidoxyd so viel At. $\dot{\underline{P}}$, als das Oxyd Oxygenatome enthält. Beym Erhitzen an der Luft oxydiren sie sich zu phosphorsauren Salzen, und unter Ausschluss der Luft dauernd erhitzt, gehen sie durch Vertheilung des $\underline{O}$ in Phosphormetalle und phosphors. Salze über. Mit Wasser zerfallen sie, indem sie einen Theil desselben zersetzen, unter Hydrogengasentbindung, zu phosphorigtsauren Phosphoroxydul-Metalloxyden (s. §. 593, 5) (und entwickeln dabey nur dann auch Phosphorhydrogengas, wenn sie einen Ueberschuss an $\dot{\underline{P}}$ enthalten). — Diese Verbindungen sind in der neueren Zeit nur zu oft mit den Phosphormetallen (§. 589) verwechselt worden.

1) *Phosphoroxydulhydrat* (*hydrogensaures Phosphoroxydul*) muthmasslich = $\dot{\underline{P}}\underline{H}$ = 258,635 = (56,510 $\underline{P}$ + 43,490 $\underline{H}$) (von einigen Chemikern als *weisses Phosphoroxyd* angeführt). Dasselbe entstehet als ein weisser Beschlag auf der Oberfläche des Phosphoroxyduls, wenn es lange unter Wasser aufbewahrt bleibt, und wird in grösserer Menge gebildet, wenn man klein granulirtes $\dot{\underline{P}}$ mit Wasser in einer verschlos-

senen Flasche an einem mässig warmen Orte stehen lässt. — Es erscheint als weisser, undurchsichtiger, zerreiblicher, geschmackloser, wie $\dot{\underline{P}}$ riechender Körper von 1,515 Dichtheit (nach *Pelouze*), leuchtet im Dunkeln, wie $\dot{\underline{P}}$, in der Luft, und verliert sein Wasser schon bey + 43° C., auch durch Berührung mit conc. Schwefelsäure, und auch sogar, wenn es neben Schwefelsäure in der Luftpumpe behandelt wird. — *Pelouze* fand darin nur 0,1433 Wasser; wahrscheinlich weil noch viel wasserfreyes $\dot{\underline{P}}$ beygemengt war (*Schw.* J. LXV, 449).

3) Die fernern Verbindungen kommen in der Folge vor.

2. *Verbindungen des Phosphoroxydes.*

§. 592. Das Phosphoroxyd = $\dot{\underline{P}}$ verbindet sich gleich andern Oxyden mit gleich hoch zusammengesetzten Körpern.

Die Verbindungen im Einzelnen sind:

1) *Muriumsaures Phosphoroxyd* (*Murias phosphoricus*) (Chlorphosphor in Min. des Chlors, Phosphorchlorür, Phosphorus chloratus) muthmasslich = $\dot{\underline{P}}\ddot{\underline{M}}$ = 588,805 = (58,211 $\ddot{\underline{M}}$ + 41,789 $\dot{\underline{P}}$) wird dargestellt, wenn man in der muriumsauren phosphorigten Säure (§. 593, 2) so viel $\dot{\underline{P}}$ auflöset, als dieselbe aufnimmt, oder auch das $\dot{\underline{P}}$ gerade mit der entsprechenden Menge Muriumdoppelsäure in Berührung erwärmt. Sie erscheint (nach *Berz.*) als farbenlose dünne Flüssigkeit; welche einen eigenthümlichen heftigen Geruch besitzt, an der Lichtflamme wie Phosphor brennt, im Wasser zu wässeriger Muriumsäure, wäss. phosphorigter Säure und $\dot{\underline{P}}$ zerfällt, und sich im Uebrigen so verhält wie die muriumsaure phosphorigte Säure (§. 593, 2).

2) *Jodsaures Phosphoroxyd* (*Jodas phosphoricus*) (Jodphosphor im Min. des Phosphors, Phosphor-Jodür, Phosphorus jodatus), muthmasslich = $\dot{\underline{P}}\ddot{\underline{I}}$ = 1724,445, entsteht (nach *Berz.*), wenn man 1 Th. $\dot{\underline{P}}$ mit 6 bis 8 Th. Joddoppelsäure behandelt. Die Verbindung ist orangegelb, schmilzt bey + 100° C., lässt sich unverändert sublimiren, und zerfällt mit Wasser in wässerige Jodsäure, wäss. phosphorigte Säure

und $\dot{\underline{P}}$. — Hat man mehr $\dot{\underline{P}}$ angewendet, so entsteht auch ein rother Körper, wahrscheinlich eine basische Verbindung, wo die Farbe des trockenen $\ddot{\underline{P}}$ hervortritt.

3) ***Phosphoroxyd-Carbonoxydul*** (***Phosphorkohlenstoff, Carboneum phosphoratum***) = $\ddot{\underline{P}} + \dot{\underline{C}}$ ist jene dunkelpomeranzengelbe zerreibliche Substanz; welche, bey der Darstellung des $\dot{\underline{P}}$ mittelst Kohle aus den phosphors. Salzen, gebildet wird, und beym Pressen des letztern durch Sämischleder zum Theil zurückbleibt, und ganz rein bey der Rectification des damit verunreinigten röthlichen $\dot{\underline{P}}$ im Rückstande gefunden wird. — Es kann durch Destillation in höherer Temperatur in sich verflüchtigendes $\ddot{\underline{P}}$ und zurückbleibendes $\dot{\underline{C}}$ zersetzt werden, und verbrennt an der Luft erst in starker Hitze zu Carbon- und Phosphorsäure.

4) Die fernern Verbindungen kommen weiterhin noch vor.

3. *Verbindungen der phosphorigten Säure.*

§. 593. Sie erzeugt, wie andere Säuren, mit gleich hoch zusammengesetzten Körpern eigenthümliche Verbindungen. Mit den Basen insbesondere bildet sie die *phosphorigtsauren Salze* (*Salia phosphorosa*), wobey sie eine Sättigungscapacität = 28,889 verräth. Diese durch unmittelbare Verbindung oder doppelte Wahlverwandtschaft erzeugten Salze bestehen nur durch schwache Verwandtschaft; mit vielen Metalloxyden lassen sich sogar solche Salze nicht erzeugen, weil die Oxyde reducirt werden. Sie sind zum Theil auflöslich, zum Theil unauflöslich im Wasser, schmecken knoblauchartig, zerfallen in der Hitze in Phosphorhydrogengas, $\dot{\underline{P}}$ und bas. phosphors. Salze, und sind sehr geneigt, andern Körpern Oxygen zu entziehen, und in phosphorsaure Salze überzugehen. Auf diese Art zersetzen sie die Azotsäure, die Muriumdoppelsäure, und in der Hitze unter Verpuffung auch die azots. und 6fachoxyd. muriumsauren Salze (*Pogg* Ann. IX, 23).

Die einzelnen Verbindungen folgen.

1) Das *Hydrat der phosphorigten Säure* (*Phosphis hydricus*, *phosphorigtsaures Hydrogenoxyd*), muthmasslich $= \underline{\dot{H}}\underline{\dddot{P}}$ $= 458{,}635$ wird erhalten, wenn man muriums. phosphorigte Säure (s. unten 2) in wenig Wasser auflöset, und die Flüssigkeit in der Luftpumpe neben Kaliumoxydhydrat bis zur Syrupconsistenz abdampfet; wobey Muriumsäurehydrat und Wasser entweichet, und zugleich vom Alkali absorbirt wird.

Das Hydrat schiesset in farblosen wasserhaltigen parallelepipedischen Krystallen an, welche beym Erhitzen in Phosphorsäurehydrat und Phosphorhydrogengas zerfallen. Die wässerige Säure wird an der Luft um so schneller zu Phosphorsäurehydrat oxydirt, je mehr Wasser sie enthält. Sie reducirt minder feste Oxyde, oder ihre Salze, z. B. die des Mercurs, zur metallischen Form; indem sie selbst zu Phosphorsäurehydrat wird. Mit leicht oxydirbaren Metallen, wie z. B. Eisen und Zink, erzeugt sie unter Entbindung von Phosphorhydrogengas, phosphors. Salze.

2) Die *muriumsaure phosphorigte Säure* (*Acidum muriatico-phosphorosum*) (Chlorphosphor im Med. (früher im Min.) des Chlors, Phosphorsuperchlorür, Phosphorus deutochloratus) muthmasslich $= \underline{\dddot{P}}\underline{\ddot{M}}^{2} = 1231{,}455 = (28{,}104\ \underline{\ddot{P}} + 71{,}896\ \underline{\dot{M}})$ wurde von *Gay-Lussac* und *Thenard*, 1808, entdeckt, und wird dargestellt, wenn man den Dampf des $\underline{\dot{P}}$ über erhitztes muriumsaures Mercuroxydul streichen lässt; oder wenn man auf vollkommen trocknes in einer kleinen Tubulatretorte gelinde erwärmtes $\underline{\dot{P}}$, so lange (durch muriums. Calciumoxyd getriebenes, also trockenes) Muriumdoppelsäuregas leitet, als zur Bildung dieser Verbindungen genügt. Die Vereinigung geschieht im letzten Falle unter Verbrennung mit grünlicher Flamme, indem die neue Verbindung zugleich als weisser Dampf in der, mit der Retorte verbundenen kaltgehaltenen, Vorlage verdichtet wird. Hat man dabey zu viel $\underline{\dot{P}}$ angewendet, so kann die Verbindung davon durch Destillation abgezogen werden. War hingegen zu

wenig $\dot{\underline{P}}$, so wird auch eine feste Verbindung, nähmlich muriums. Phosphorsäure erzeugt; was man an der eigenthümlichen Verbrennung (§. 594) erkennt, und durch gelinde Erwärmung mit etwas $\dot{\underline{P}}$ reparirt.

Diese Verbindung erscheint als dünnflüssige farblose Fl. von 1,45 Dichtheit, rauchet an der Luft, riechet eigenthümlich heftig, röthet nur das feuchte Lackmus, verbrennt an der Flamme wie $\dot{\underline{P}}$ und $\ddot{\dot{\underline{P}}}$ erzeugend, und zerfällt im Wasser langsam in wässerige Muriumsäure und wässerige phosphorigte Säure.

3) Die *bromsaure phosphorigte Säure* (*Acidum bromico-phosphorosum*) (Bromphosphor im Min. des Broms, Phosphor superbromür, Phosphorus bromatus) muthmasslich $= \dddot{\underline{P}} \ddot{\underline{B}}r^2 =$ 2102,755 entsteht unter Feuererscheinung, wenn man in trockene Bromdoppelsäure $\dot{\underline{P}}$ in kleinen Körnern (von höchstens $^1/_4$ Gran) so lange einträgt, bis die Flüssigkeit entfärbt ist, und wird durch Ueberdestilliren vom etwa überschüssigen $\dot{\underline{P}}$ befreyt. Sie kann aber auch wie die analoge Verbindung der $\ddot{\underline{M}}$ (oben 2) dargestellt werden. — Sie erscheint als wasserhelle dünne Flüssigkeit, wird auch bey — 12° C. nicht fest, ist sehr flüchtig, verbreitet an der Luft weisse Dämpfe, riechet wie Bromsäure, röthet nur feuchtes Lackmus, und zerfällt mit Wasser in wäss. Bromsäure und wäss. phosphorigte Säure, mit Muriumdoppels. hingegen in Bromdoppels. und muriums. phosphorigte Säure. Sie löset noch mehr $\underline{P}$ auf, und mit dieser Auflösung getränktes Papier entzündet sich sodann bey der Berührung mit der Luft (*Balard* und *Löwig*).

4) *Jodsaure phosphorigte Säure* (*Acidum jodico-phosphorosum*) (Phosphorsuperjodür, Phosphorus deutojodatus), muthmasslich $= \dddot{\underline{P}} \ddot{\underline{I}}^2 =$ 3302,735 entstehet (nach *Berz.*) durch Vereinigung von 1 Th. $\dot{\underline{P}}$ mit 12 Th. Joddoppelsäure, erscheint als dunkelgraue krystallinische Masse, schmilzt bey + 29° C. und zerfällt mit Wasser in wässerige Jodsäure und wäss. phosphorigte Säure.

5) Die fernern Verbindungen kommen weiterhin noch vor.

4. *Verbindungen der Phosphorsäure.*

§. 594. Die Phosphorsäure = $\underline{\overset{:\cdot:}{P}}$ verbindet sich mit vielen gleich hoch zusammengesetzten Substanzen. — Mit den Basen insbesondere erzeugt sie die *phosphorsauren Salze* (*Salia phosphorica*), wobey sie eine Sättigungscapacität = 22,42 bewährt. — Diese Salze werden zum Theil durch unmittelbare Verbindung der Basen mit der wäss. Säure, viele auch durch doppelte Wahlverwandtschaft erzeugt. Sie sind oft basisch, und meistens schmelzbar. Sie sind feuerbeständig, wenn es ihre Grundlage ist. Die basischen und auch mehrere neutrale Salze dieser Art sind unauflöslich im Wasser, die sauren aber sind alle auflöslich. Die Azotsäure löset sie in jedem Neutralisationszustande auf. — Sie werden zersetzt: *a*) durch Schwefelsäure, ohne Ausnahme (in höherer Temperatur zersetzt jedoch die Phosphorsäure auch die schwefelsauren Salze); *b*) durch Erhitzung mit Kohle, wobey sie, nach Verschiedenheit ihrer Basen eine verschiedene Höhe der Temperatur fordern, und dann theils in Carbonsäure und Phosphormetall, theils auch in verflüchtiges $\dot{\underline{P}}$ und carbons. Salz übergehen. — Das Daseyn dieser Salze erkennt man, wenn beym Erhitzen einer kleinen Menge derselben mit Kohle und Boronsäure nach Phosphor riechende Dämpfe entweichen; oder auch durch azots. Bleyoxyd, welches in der Auflösung dieser Salze einen weissen Niederschlag erzeugt: welcher vor dem Löthrohre zur eckigen Perle, und mit Boraxglas zu einem klaren, beym Erkalten weiss und trübe werdenden Glase schmilzt. — Die Verbindungen im Einzelnen folgen.

1) Das *Phophrsäurehydrat* (*Phosphas hydricus, phosphors. Hydrogenoxyd*) = $\dot{\underline{H}}\underline{\overset{:\cdot:}{P}}$ = 558,6346 = (79,865 $\underline{\overset{:\cdot:}{P}}$ + 20,135 $\dot{\underline{H}}$) wurde zuerst von *Homberg*, 1740, aus dem Urin, dann von *Scheele*, 1769, aus den Knochen dargestellt. *Lavoisier* erkannte dessen Bestandtheile. Es kommt in der Natur, an sehr viele Basen gebunden, vor.

α) Darstellung: Phosphorsaures Ammoniakhydrat wird in

einem geräumigen Platintiegel so lange, als sich noch Ammoniakgeruch entbindet, mit der Vorsicht geschmolzen, dass man das Uebersteigen der sehr aufschäumenden Masse gänzlich vermeide, und sie dann noch so lange im schwach glühenden Flusse erhalte, bis die Flüssigkeit vollkommen klar erscheint.

{Läuft die Säure äusserlich am Tiegel herab, so wird sie durch die Kohle reducirt, und bildet mit dem Platin des Tiegels Phosphorplatin, bey dessen Schmelzbarkeit der Tiegel, eh' man sich's versieht, durchlöchert ist.

Man erhält dieses Hydrat ferner: *a*) (nach *Lavoisier*) wenn die niedrigen Oxyde des Phosphors, vorzüglich aber des P̣ mit einem Uebermasse von verdünnter Azotsäure so lange gelinde erwärmt werden, als noch Azotoxydgas entbunden wird. Hierbey geschieht die höhere Oxydation auf Kosten der Azotsäure; die zuletzt von der Flüssigkeit abdestillirt, und durch Abdampfung und Schmelzung, von der noch rückständigen Phosphors. gänzlich ausgetrieben werden muss, weil ein kleiner Antheil derselben sehr fest haftet; *b*) (nach *Berz.*) wenn man weiss calc. Knochen in Azotsäure auflöset, die verdünnte filtr. und bis nahe zum Sieden erhitzte Flüssigkeit mit essigsaurem Bleyoxyde präcipitirt, das niedergefallene phosphors. Bleyoxyd mit siedendem Wasser wäscht, trocknet und zur Zerstörung org. Theile ausglüht; dann 100 Th. des phosphors. Bleyoxydes mit 33,25 Th. englischer Schwefelsäure und 16 Th. Wasser unter fleissigem Umschütteln zersetzt, die vom gebildeten schwefels. Bleyoxyde abgegossene Flüssigkeit filtrirt, bis zur Syrupconsistenz abdampft, dann in Alkohol auflöset (welcher das etwa beygemengte Bleysalz zurücklässt), wieder abdampft, und im Platintiegel bis zur Entfernung des überflüssigen Wassers erhitzt; *c*) (nach *Trommsdorff*) 17 Th. weissgebrannte Knochen werden, fein gepulvert, mit 15 Th. conc. Schwefelsäure, und hierauf zuerst mit 64, und nach einiger Zeit mit noch 32 Th. Wasser vermischt, und 6 Tage unter fleissigem Umschütteln digerirt, dann mit 320 Th rectif. Weingeist gemischt. Nach einer halben Stunde wird die alkoholische Flüssigkeit ausgepresst, der Rückstand mit noch 80 Th. Weingeist ausgewaschen, wieder gepresst, und endlich die alkoholische Flüssigkeit abgedampft, und der Rest im Platintiegel geschmolzen (dieses Hydrat enthält gewöhnlich etwas phosphors. Calciumoxyd); *d*) noch eine andere

Methode beruht darauf, dass man 3 Th. gebrannte Knochen mit 1 Th. conc. Schwefelsäure, die vorher mit 30 Th. Wasser verdünnt wurde, wie bereits erwähnt, digerirt, die filtrirte Flüssigkeit, welche saures phosphors. Calciumoxyd, freye Phosphorsäure und wenig schwefels. Calciumoxyd enthält, mit Ammoniak sättigt, vom niedergefallenen bas. phosphors. Calciumoxyd abfiltrirt, abdampft, und das krystallisirende phosphors. Ammoniak, wie oben, durch Hitze zersetzt.

Das Phosphorsäurehydrat kann man weder in gläsernen noch in porzellanenen Gefässen schmelzen, ohne dass es mit ihren Bestandtheilen verunreinigt wird. — Demselben beygemischte Bleysalze lassen sich durch Schwefelhydrogen nicht ganz entfernen.

Kalkhältige oder rohe Phosphorsäure nennet man diejenige Mischung, welche nach Behandlung der Knochen mit Schwefelsäure (oben *d*) und Abdampfen der Flüssigkeit bis zur Syrupconsistenz erhalten wird.]

β) Eigenschaften: Das nach seinem Schmelzen erkaltete Hydrat erscheint als eine farbenlose, durchsichtige, vollkommen glasähnliche, sehr harte und zugleich zähe Subsanz, *verglaste Phosphorsäure*, *Phosphorglas;* welche keinen Geruch, aber einen stark und angenehm sauren Geschmack besitzt, nur bey Anwesenheit des Wassers das Lackmus röthet, in der Hitze dickflüssig schmilzt, und wenn diese mehr gesteigert wird, sich zum Theil verflüchtiget, zum Theil aber unter Verlust des Wassers zersetzt wird (vergl. auch γ).

Das $\underline{H}\overset{\cdot::}{\underline{P}}$ zieht sehr begierig noch mehr Wasser aus der Luft an sich, und zerfliesst mit der Zeit. Es ist daher im Wasser sehr auflöslich, und erzeugt damit unter Wärmeentbindung die *wässerige Phosphorsäure;* welche bey starker Concentration eine syrupähnliche Consistenz, und eine Dichtheit $\doteq$ 2,000 besitzt, und zuweilen in geschobenen 4seitigen oder 6seitigen Prismen, Nadeln, oder federartig krystallisirt: die wahrscheinlich mehr Wasser enthalten, als das Hydrat. — Das Hydrat ist auch in Alkohol ziemlich leicht auflöslich.

γ) Zersetzung; *a*) Durch galv. Elektricität in Phosphoroxydul und $\underline{O}$gas; *b*) durch Glühhitze, wobey sie zwar grösstentheils verflüchtigt, zum Theil aber auch unter Wasserverlust in überphosphorsaure phosphorigte Säure umgewandelt wird; *c*) durch Erhitzung mit oxydirbaren Körpern, als: mit Kohle, in $\underline{\dot{P}}$, Carbonoxydgas und Carbonsäure u. s. w. (§. 177); mit Metalloiden und Metallen in Phosphormetalle und Metalloxyde oder phosphorsaure Salze (§. 597).

δ) Anwendung: In der analytischen Chemie gleich dem Boronsäurehydrat zur *Aufschliessung unauflöslicher Doppeloxyde*, z. B. der Edelsteine, und als *innerliches und äusserliches Heilmittel.*

[Zum äusserlichen arzneylichen Gebrauche muss dasselbe durchaus rein seyn von phosphorigter und Ueberphosphorsäure, und eben so von Azot- und Schwefelsäure; wo es dann erfahrungsmässig ungemein viel leistet: daher denn auch das nach *Trommsdorff* (oben α) bereitete Präparat hier vorzuziehen ist. Die *Pharmac. austr.* schreibt die mittelst Azotsäure dargestellte wässerige Säure (s. α) in der Dichtheit = 1,500 als *Acidum phosphoricum*, und die mittelst Weingeist bereitete mit der Dichtheit = 1,050 als *Acidum phosphoricum commune* vor. — Man erkennt die Verunreinigung mit Schwefelsäure durch muriums. Baryumoxyd mit weissem Niederschlag; mit Azotsäure, durch Sättigung mit Kaliumoxyd und Berührung des getrockneten Salzes mit glühender Kohle, wo Verpuffung erfolgt; mit phosphorigter Säure durch Erhitzung, wobey die Verbrennung sichtbar wird; mit erdigen oder Metallsalzen durch Sättigung mit Ammoniak, wobey Niederschläge entstehen. — Die Phosphorsäure kann aber, wenn sie mit unreiner Schwefelsäure bereitet wurde, auch Arsenik, Wismuth, Bley, Eisen u. s. w. enthalten (*Buchn.* Rep. XLVIII, 435).]

2) *Phosphorsäure mit Muriumsäure.* Die *muriums. Phosphorsäure* (*Acidum muriatico-phosphoricum*) (Chlorphosphor im Max. des Chlors, Phosphorsuperchlorid, Phosphorus perchloratus), muthmasslich = $\underline{\overset{::}{P}}\underline{\ddot{M}}^3$ = 1774,105 = (25,148 $\underline{\ddot{M}}$ + 74,852 $\overset{::}{P}$) wurde, 1808, von *Davy* entdeckt, und ent-

stehet, wenn man wie bey der Darstellung der muriums. phosphorigten Säure verfährt (§. 593, 2), aber die Muriumdoppelsäure so lange hinzuströmen lässt, als noch etwas absorbirt wird, und bis die sich bildende Verbindung ganz zur festen Form übergeht. — Dieselbe erscheint als eine weisse, sehr lockere krystallinische oder pulverige Substanz; welche in verschlossenen Gefässen schmelzbar ist, und beym Erkalten wieder krystallisirt, sich schon unter $+ 100^0$ C. sublimiren lässt, und in Wasser geworfen zu Muriumsäurehydrat und Phosphorsäurehydrat zerfällt. — Die meisten brennbaren Körper zersetzen diese Verbindung auf die Art, dass sie oxydirt und mit der Muriumsäure verbunden werden, während $\underline{\dot{P}}$ ausgeschieden wird. — An der Flamme eines brennenden Körpers wird sie dergestalt in Muriumdoppelsäure und Phosphorsäure zersetzt, dass die Muriumsäure durch die Hitze ausgetrieben, und weil sie als solche isolirt nicht bestehen kann, die Phosphorsäure desoxyidirend zu Muriumdoppels. oxydirt wird; worauf dann das entstandene $\underline{\dot{P}}$ durch das $\underline{O}$ der Luft zu Phosphorsäure verbrennt: daher denn diese Verbrennung auch eben so heftig und knisternd, wie es dem $\underline{\dot{P}}$ eigenthümlich ist, von Statten geht, und sich sehr von der der muriums. phosphorigten Säure unterscheidet.

3) *Phosphorsäure mit Bromsäure.* Die *bromsaure Phosphorsäure* (*Acidum bromico-phosphoricum*) (Bromphosphor im Max. des Broms, Phosphorsuperbromid, Phosphorus perbromatus) muthmasslich $= \underline{\overset{\cdot\cdot}{P}}\underline{\overset{\cdot\cdot}{Br}}^5 = 3081,155$, entsteht wie die broms. phosphorigte Säure (§. 593), wenn $\underline{\dot{P}}$ und Bromdoppelsäure im entsprechenden Verhältnisse miteinander in Berührung kommen. Sie erscheint als fester gelber Körper, schmilzt beym Erwärmen zur rothen Flüssigkeit, die beym Erkalten in Rhomboëdern krystallisirt, kocht in stärkerer Hitze und sublimirt nadelförmig, dampft an der Luft, und zerfällt mit Wasser in wässerige Phosphorsäure und wäss. Bromsäure.

4) *Phosphorsäure mit Jodsäure.* Die *jods. Phosphorsäure* (*Acidum jodico-phosphoricum*) (Jodphosphor im Max. des Jods, Phosphorsuperjodid, Phosphorus perjodatus), muthmasslich = $\overset{\therefore\cdot\cdot}{\underline{P}}\,\underline{I}^{5}$ = 4881,025, entsteht (nach *Berz.*) durch Vereinigung von 1 Th. $\dot{\underline{P}}$ mit 20 Th. Joddoppelsäure als eine schwarze Masse, welche bey + 46° C. schmilzt, und mit Wasser in wässerige Jodsäure und wäss. Phosphorsäure zerfällt.

5) *Phosphorsäure mit phosphorigter Säure.* Die *phosphorsaure phosphorigte Säure* (*Acidum phosphorico-phosphorosum*) (*Unterphosphorsäure, phosphatige Säure* (*Acidum subphosphoricum*) = $\overset{\therefore}{\underline{P}}\overset{\therefore\cdot\cdot}{\underline{P}}$ = 792,310 = (43,689 $\overset{\cdots}{\underline{P}}$ + 56,311 $\overset{\therefore}{\underline{P}}$) entstehet, wenn man mehrere Phosphoroxydulstückchen in am untern Ende verengerten Glasröhren in einen Trichter stellet, und das Ganze, mit einer Glasglocke überdeckt, der Ruhe überlässt. Dabey erfolgt eine sehr gemässigte Oxydation und Anziehung von Feuchtigkeit; so dass die wässerige Doppelsäure sich in längerer Zeit in einem untergestellten Gefässe als eine dickliche, farbenlose, saure Flüssigkeit sammelt. — Sie riechet wie phosphorigte Säure, lässt sich durch die Luftpumpe bis zur Syrupconsistenz concentriren, und zerfällt, mit Basen behandelt, in phosphorigtsaure und phosphors. Salze. — Diese Doppelsäure entsteht zum Theil auch, wenn das $\underline{P}$ bey gehemmtem Zutritt des Oxygengas verbrennt.

5. *Verbindungen der Ueberphosphorsäure.*

§. 595. Man kennet bereits mehrere Verbindungen der Ueberphosphors., vorzüglich die mit phosphorigter Säure; aus welcher eben die Existenz der Ueberphosphorsäure erschlossen werden kann.

1) Die *überphosphorsaure phosphorigte Säure* (*Acidum oxyphosphorico-phosphorosum*) (*Pyrophosphorsäure, Acidum pyrophosphoricum*, [a]*Phosphorsäure* nach *Berzelius*, welcher daher die gemeine Phosphorsäure [b]*Phos-*

phorsäure nennt) = $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{P}}\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underline{P}}$ = 992,310 wurde zuerst in ihrem Verhalten zu den Basen von *Clark*, 1828, von der gemeinen Phosphorsäuse unterschieden, und späterhin von *Stromeyer*, *Berzelius*, *Engelhart* u. m. a. weiter untersucht.

Diese Verbindung entstehet (nach *Berz.*) *a*) wenn man das $\dot{\underline{P}}$ in einem Uebermass von trockenem $\underline{O}$gas entzündet, wobey unter ungemein heftiger Verbrennung ein Theil des $\dot{\underline{P}}$ in $\overset{\cdot\cdot\cdot}{\underline{P}}$, der andere in $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{P}}$ übergehet, und beyde vereinigt in weissen, sehr lockern Flocken abgelagert werden; *b*) (nach *Rose*) wenn man conc. wasserhältige phosphorigte Säure in einer Retorte gelinde erhitzt, wobey sie unter Wasserzersetzung und Entweichung von Phosphorhydrogengas gebildet wird, und in Gestalt eines klaren Glases im Rückstande bleibt; *c*) wenn man das verglaste $\dot{\underline{H}}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{P}}$ anhaltend im Platintiegel schmelzen lässt, wobey sie, wenn die Hitze den entsprechenden Grad erreicht hat, unter Entweichung des Wassers gebildet wird, aber immer noch mit $\dot{\underline{H}}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{P}}$ vermischt ist.

[Die Entstehung dieser Doppelsäure beruhet auf dem Umstande, dass die Ueberphosphorsäure nur bey sehr hoher Temp. gebildet werden, und zugleich eben so wenig wie die phosphorigte Säure für sich allein existiren kann; daher denn auch diese Doppelsäure allemahl entstehen muss, wenn die Phosphorsäure im wasserfreyen Zustande ausgeschieden wird. Wir haben übrigens den analogen Fall auch bey der Azot-, Schwefel-, Murium-, Brom- und Jodsäure.]

Diese Phosphordoppelsäure ist nur in sehr hoher Temp. flüchtig. In Wasser geworfen wird sie unter starker Erhitzung und Zischen aufgelöst, gehet aber nach und nach in eine Auflösung der Phosphorsäure über, indem sich das $\underline{O}$ auf die ganze Masse des $\underline{P}$ gleichförmig vertheilt. Doch erfolgt diese Veränderung nur langsam. Die frisch bereitete Auflösung unterscheidet sich von der Auflösung der Phosphorsäure hauptsächlich dadurch, dass sie das azotsaure Silberoxyd weiss fället, auch das Eyweis präcipitirt, und

mit Sodiumoxyd ein Salz von eigenthümlicher Krystallisation liefert; während die Phosphorsäure mit dem Silbersalze einen bas. gelben Niederschlag erzeugt, das Eyweiss nicht fället und auch mit dem Sodiumoxyd ein Salz von anderer Krystallform bildet. Das Salz der Doppelsäure ist also wahrscheinlich ein Doppelsalz, und wird auch erzeugt, wenn man das gewöhnliche phosphorsaure Sodiumoxyd glüht.

[Diese Eigenschaften haben in neuerer Zeit die Chemiker in den Verhältnissen dieser Doppelsäure ein wichtiges Beyspiel der Isomerie (§. 107) finden lassen; indem sie beyde als Verbindungen aus gleichen und gleich vielen Bestandtheilen, jedoch verschieden gruppirt, ansehen. Dass aber die Isomerie hierin keine Belege finden kann, wird man leicht einsehen, wenn man bedenkt, dass diese Verbindungen eine verschiedene Anzahl der Aräonatome enthalten müssen, wie diess auch ihr Verhalten zum Wasser erweiset. (*Pogg.* Ann. XVI, 509, 609; XVIIII, 327. — *Schw.* J. LVII, 240; LVIII, 117.)

6. *Verbindungen der Phosphorhydroide.*

§. 596. Diese sind so wenig genau erforscht, dass man bis jetzt noch nicht einmahl entscheiden kann, das wievielte Phosphorhydroid eine oder die andere enthält.

1) *Phosphorhydroide mit Wasser oder Phosphoroxyden.* Man unterscheidet bis jetzt vier Phosphor und Hydrogen enthaltende Verbindungen, unter welche die zwey ersten gasförmig erscheinen; während die dritte die flüssige und die vierte die feste Form besitzt. Die beyden gasförmigen Verbindungen unterscheiden sich hauptsächlich dadurch, dass die eine an der Luft sich selbst entzündet, die andere nicht. Man hat daraus längst schon gefolgert, dass jene mehr, diese weniger Phosphor enthalte, und daher jene Phosphorhydrogen im Max. des Phosphors, und diese Phosphorhydrogen im Min. des Phosphors genannt. — Nach der Analogie der Carbonhydrogen-Verbindungen (§. 534) möchte man wohl schliessen, dass unter den beyden gasförmigen Verbindungen die erstere aus $\underline{P}\underline{H}^3 + \dot{\underline{H}}$, die letztere

hingegen aus $\underline{P}\underline{H} + \underline{H}$ bestehe, und die liquide wie die feste Verbindung viel von einem Phosphoroxyde enthalte; allein dieser Gegenstand ist heute noch so zweifelhaft, dass hier nur das Wesentlichste unter dem Bekannten aufgeführt und auf Wahrscheinlichkeiten hingedeutet werden kann.

a) *An der Luft sich entzündendes Phosphorhydrogengas* (*Phosphorhydrogengas im Max. des Phosphors, leicht entzündliches Phosphorwasserstoffgas, Gas hydrogenium perphosphoratum*). Es wurde von *Gengembre*, 1783, entdeckt.

α) Darstellung: (nach *Rose*.) Man übergiesset in einer tub. Retorte ein Gemenge von Calciumoxydhydrat und einem Uebermass von sehr kleinen Stückchen $\dot{\underline{P}}$ mit Wasser, treibt dann durch eingeführtes Carbonsäuregas, oder $\underline{H}$gas, oder $\dot{A}$gas die atm. Luft aus der Retorte, und destillirt hierauf ziemlich lebhaft. Das $\underline{P}$ wird hierbey mit dem Wasser zugleich dergestalt zersetzt, dass eine Säure des Phosphors, mit dem Calciumoxyd verbunden im Rückstande bleibt, während das Phosphorhydrogengas entweichet. Anfangs ist dasselbe auch ganz rein, die letzte Partie ändert sich jedoch in das zweyte Gas dieser Art (s. unten 2).

[Dasselbe Gas erhält man auch *a*) (nach *Thomson*), wenn Phosphorkalk mit verdünnter Muriumsäure übergossen wird; *b*) (nach *Gengembre*) wenn man eine conc. Auflösung des Kaliumoxydhydrates mit kleinen Phosphorstückchen kocht; *c*) (nach *Rose*) wenn man die phosphorigts. Phosphoroxydul-Metalloxyde (§. 593, 5) erhitzt, die dabey in phosphors. Salze und viel von diesem Gas und etwas Hydrogengas zerfallen; *d*) langsam sieht man dieses Gas endlich auch entstehen, wenn Phosphoroxydul unter Wasser in verschlossenen Flaschen aufbewahrt wird: denn werden diese im Dunkeln geschüttelt, so leuchtet die über dem Wasser befindliche Luft, indem sie mit dem aufsteigenden Gase verbrennt, und im Wasser findet man die phosphorigte Säure. Jenes Leuchten wiederholt sich auch mehrere Mahle bey erneuertem Schütteln, worauf es jedoch aufhöret. Wird sodann die Flasche geöffnet, so dass sich die des Oxygens beraubte Luft austauschen kann, so erlangt sie dann erst nach längerer Zeit — bis nähmlich durch die langsame

Zersetzung neuerdings entzündliches Gas entsteht — die angeführte Eigenschaft wieder. (*)

Auf ähnlichen Verhältnissen beruht ohne Zweifel auch die Erscheinung der *Irrwische*, indem das entzündliche Gas aus Sümpfen, in Folge der Fäulniss phosphorhältiger organischer Substanzen, an die Luft tritt.

β) Eigenschaften: Dieses Gas erscheint farblos, riechet wie faule Fische, schmeckt bitter, besitzt eine Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) (nach *Thomson*) = 0,90325, (nach *Dumas*) = 1,761, (nach *Rose*) = 1,1846, taugt nicht zum Athmen und zur Unterhaltung des Feuers, ist aber selbst höchst entzündlich, und entflammt daher explodirend schon bey einer Temp. von — 38° C., wenn es die Luft berührt. — Das Wasser absorbirt von diesem Gas $^1/_{50}$ seines Vol., das wässerige Ammoniak eine sehr grosse Menge. (Die Bestandtheile s. weiter unten *b* in der Anm.).

γ) Zersetzung: *a*) Schon beym Aufbewahren, indem rothes Phosphoroxyd abgesetzt wird, und nicht an der Luft entzündliches Phosphorhydrogengas zurückbleibt; *b*) noch schneller auf dieselbe Art, durch Rothglühhitze, elektr. Schläge oder das Sonnenlicht; *c*) durch Berührung mit der Luft, indem es zu Phosphorsäure und Wasser, oder wenn der Luftzutritt gehemmt ist, zu phosphorigter Säure oder Phosphoroxyd (in diesem Falle mit Ausscheidung des Hydrogengas) verbrennt, und wenn die Gasblasen aus der pneumatischen Wanne in die Luft treten, durch die entstehende Phosphorsäure eigenthümliche Nebelringe gebildet werden; *d*) durch Metalloide, die den Phosphor aufnehmend, Phosphormetalle erzeugen und das Hydrogengas ausscheiden; *e*) durch metallische Salze, deren Auflösungen mit diesem Gas Phosphormetalle und Wasser erzeugen, bey einigen wohl auch reducirtes Metall fallen lassen; *f*) durch Erhitzung mit Schwefel, in Schwefelhydrogengas und Schwefelphosphor.

b) *An der Luft sich nicht entzündendes Phosphorhydrogengas* (*Phosphorhydrogengas im Min. des Phosphors*, *Gas*

hydrogenium phosphoratum). Es wurde von *Davy* entdeckt, und entsteht, wenn man das Hydrat der phosphorigten Säure, oder phosphorigtsaures Phosphoroxydul, oder neutrale phosphorigtsaure Salze sehr behuthsam erhitzt; indem diese in das gesuchte Gas und in Phosphorsäure (Doppelsäure) oder phosphorsaure Salze zerfallen.

[Dieses Gas wird auch oft mit dem selbst entzündlichen Gas zugleich gegen Ende der Operation erzeugt (1, α), und durch die Zersetzung des selbst entzündlichen Gases (1, γ).]

Dieses Gas riechet weniger unangenehm als das selbstentzündliche, besitzt (im Vergleich mit der atm. Luft eine Dichtheit (nach *Davy*) = 0,870, (nach *Dulong*) = 1,25, (nach *Rose*) = 1,14 bis 1,02, und bricht das Licht = 2,682. Es ist an der Luft nicht selbstentzündlich, ausser wenn es bedeutend erhitzt wird, kann jedoch auch in gemeiner Temp. zur Entzündung gebracht werden, wenn es mit Luft gemischt in einer geräumigen Barometerröhre über Mercur rasch ausgedehnt wird; wobey jedoch die Röhre mit einem Drahtgewebe umgeben seyn muss, weil sie gewöhnlich durch die Detonation zersplittert wird. — Im Uebrigen verhält sich dieses Gas wie das selbstentzündliche.

[Handelt es sich insbesondere um die Angabe der Bestandtheile der beschriebenen beyden Arten des Phosphorhydrogengases, so ist diese Aufgabe höchst schwierig; weil diese Verbindungen so ungemein leicht zersetzbar sind, und wenn solche Zersetzung eintritt, das in Frage stehende Gas bald mehr bald weniger $\underline{\ddot{P}}$ oder $\underline{\dot{P}}$ auflöset, und daher durch die Analyse der Gase selbst kaum ein sicheres Resultat zu erlangen ist. Man wird folglich in den Nebenproducten, die mit diesen Gasen zugleich entstehen, den Schlüssel des Räthsels suchen müssen, was indessen gleichfalls viele Zweifel zulässt.

Schliesset man auf diese Art für die Bildung des *nicht selbstentzündlichen Gases* nach der Zersetzung des Hydrates des phosphorigtsauren Phosphoroxyduls = ($\underline{\dot{P}}\underline{\dot{H}}$ + $\underline{\dddot{P}}\,\underline{\dot{H}}$), so gibt die stöchiometrische Combination, dass 2 At. desselben zerfallen können in: 2 ($\underline{\dot{H}}\,\underline{\overset{::}{P}}$) und $\underline{P}\underline{H}^2$ + $\underline{\ddot{P}}$, wornach also das nicht ent-

zündliche Gas = $\underline{P}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{P}}$ = 317,269 seyn würde, — Eben dasselbe Resultat ergibt sich auch aus der Zersetznng des Hydrates der phosphorigten Säure = $\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{P}}$, denn 8 ($\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{P}}$) können zerfallen in 6 ($\dot{\underline{H}}\ddddot{\underline{P}}$) und in $\underline{P}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{P}}$.

Schliesset man ferner für die Bildung des selbstentzündlichen Gases nach d r Zersetzung des Wassers durch Calciumoxyd und $\dot{\underline{P}}$ (1, *a*), so scheint es, dass sich 1 $\ddot{\underline{C}}a$ mit 4 $\dot{\underline{P}}$ und 6 $\dot{\underline{H}}$ sehr leicht zersetzen können in: $\ddot{\underline{C}}a\,\dddot{\underline{P}}^2$ und 2 ($\underline{P}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}$), so dass also das entzündliche Gas als $\underline{P}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}$ = 183,594 anzusehen wäre. Es kommt aber hierbey gar sehr darauf an, welche von den Phosphorsäuren gebildet, wie viel $\dot{\underline{P}}$ dabey consumirt, und wie viel Wasser zersetzt wird. So kann z. B. aus $\ddot{\underline{C}}a + 4\,\dot{\underline{P}} + 4\,\dot{\underline{H}}$ auch werden: $\ddot{\underline{C}}a\,\dddot{\underline{P}}^2$ und 2 ($\underline{P}\underline{H} + \dot{\underline{H}}$); aus $\ddot{\underline{C}}a + 4\,\dot{P} + 2\,\dot{\underline{H}}$ eben so: $\ddot{\underline{C}}a\,\dddot{\underline{P}}^2$ und $\underline{P}\underline{H}^2 + \ddot{P}$; aus $\ddot{\underline{C}}a + 3\,\dot{\underline{P}} + 4\,\dot{\underline{H}}$ eben so: $\ddot{\underline{C}}a\,\dddot{\underline{P}}^2$ und $\underline{P}\underline{H}^3 + \dot{\underline{H}}$; aus $\ddot{\underline{C}}a + 3\,\dot{\underline{P}} + 2\,\dot{\underline{H}}$ eben so: $\ddot{\underline{C}}a\,\dddot{\underline{P}}^2$ und $\underline{P}\underline{H} + \dot{\underline{H}}$ u. s. w.

Nach allen diesen Bemerkungen muss man wohl die Folgerung ziehen, dass es mehr als zwey $\underline{P}$ und $\underline{H}$ haltende gasförmige Verbindungen gebe, und wahrscheinlich eben so viele, und nach demselben Typus zusammengesetzte, wie sie bereits bey den Carbonhydroiden näher erforscht worden sind.

Aus analytischen Untersuchungen haben wir indessen folgende Angaben: Das an der Luft entzündliche Gas enthält nach *Dumas*: 2 $\dot{\underline{P}}$ + 2 $\underline{H}$ oder $\underline{P}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{P}}$; (nach *Thomson*) = 1 $\dot{\underline{P}}$ + 3 H, also = $\underline{P}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}$; nach *Rose*: 2 $\dot{\underline{P}}$ + 3 $\underline{H}$, also $\underline{P}\underline{H}^3 + \ddot{\underline{P}}$. — Das nicht an der Luft zündende Gas ist nach *Dumas* = 2 $\dot{\underline{P}}$ + 3 $\underline{H}$, also = $\underline{P}\underline{H}^3 + \ddot{\underline{P}}$; nach *Rose* = 4 $\dot{\underline{P}}$ + 3 $\underline{H}$, also = ($\underline{P}\underline{H} + \ddot{\underline{P}}$) + ($\underline{P}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{P}}$) und auf die nächst höhere Stufe der Zusammensetzung gehörig.

Den neuesten Angaben *Rose's* zu Folge endlich sollen beyde Gase auf gleiche Weise zusammengesetzt seyn, nähmlich = 1 $\dot{\underline{P}}$ + 3 $\underline{H}$, also = $\underline{P}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}$. — *Rose* betrachtet sie dem gemäss auch als isomerische Körper, und diess um so mehr, als es ihm gelang, eines dieser Gase in das andere umzuwandeln. Das entzündliche Gas verlor die Entzündlichkeit, wenn es von conc. wässeriger Brom- oder Jodsäure oder von muriums. Antimon- oder Alumiumoxyd absorbirt, und hierauf durch Wasserzusatz wieder abgeschieden wurde. Wurde hingegen das nicht entzündliche Gas von jenen Flüssigkeiten absorbirt, und hierauf mit Ammoniak abgeschieden, so erschien dasselbe entzündlich (können diese Agentien nicht eine Zersetzung bewirkt haben?).

(*Schw.* J. XLVI, 459; XLVII, 12. — *Pogg.* Ann. VII, 199 VIII, 192; IX, 23, 215, 361; XIV, 183; XVI, 363.)

c) Liquide Phosphor- und Hydrogenverbindung (*liquider Hydrogenphosphor*). Diese Verbindung erhielt *Grotthuss*, als er eine alkoholische Auflösung des Kaliumoxydhydrates mit $\dot{\underline{P}}$ kochte, am Boden des Gefässes als eine öhlähnliche Substanz, welche dem Hydrogenschwefel (s. weiter unten) analog zu seyn scheint, und beym Kochen mit luftfreyem Wasser (ohne das eine Spur von Säure entsteht) in Phosphorhydrogen und $\dot{\underline{P}}$ zerfällt, also wahrscheinlich aus beyden zusammengesetzt ist.

d) Feste Phosphor- und Hydrogenverbindung (*fester* oder *starrer Hydrogenphosphor*) entstehet (nach *Rose*) in Gestalt eines sich absetzenden gelben Pulvers, wenn Phosphorkalium (nicht etwa Phosphoroxydul-Kaliumoxyd?) mit Wasser zersetzt wird.

2) *Phosphorhydroid mit untercarbonigter Säure.* Wenn man das bey der Darstellung des $\dot{\underline{P}}$ aus $\overset{::}{\underline{P}}$ mittelst Kohle entweichende Gas durch Schütteln mit Kalkmilch von der Carbonsäure befreyt, so bleibt ein Gas zurück, welches beym Verbrennen Phosphorsäure, Carbonsäure und Wasser erzeugt, und Gold und Silber aus seinen Auflösungeu metallisch fället. Es ist nach seinen muthmasslichen Bestandtheilen von *Berzelius* *Phosphorkohlenoxydgas*, von *Tromsdorff* *phosphorhaltiges Kohlenwasserstoffgas* genannt worden.

[Ein ähnliches Gas erhielt *Grotthuss* beym Digeriren des $\dot{\underline{P}}$ mit Kaliumoxydhydrat und Alkohol (s. oben 1, *d*) mit seinem Hydrogenphosphor zugleich. Es wurde von ihm *Phosphorkohlenwasserstoffgas* genannt, gab beym Verbrennen dieselben Producte wie das obige Gas, und soll enthalten 9,4 $\dot{\underline{C}}$ + 13,0 $\underline{H}$ + 20,03 $\underline{P}$. (*Trommsd.* J. der Pharm. X, 1, 30. — *Schw.* J. XXXII, 274.)]

7. *Verbindungen der Phosphormetalle.*

§. 597. Die Verbindungen der Phosphormetalle sind kaum erkannt, geschweige denn gehörig untersucht. Die

merkwürdigsten unter denselben sind diejenigen mit $\underline{\ddot{P}}$. Sie entstehen, wenn man 1 At. eines Metalls mit so viel At. $\underline{\dot{P}}$, als jenes Metall Oxygenatome zur Oxydbildung fordert, unter Ausschluss oxygenhaltiger Luft, bis zur Vereinigung erhitzt. Dabey vereinigt sich sodann, wenn z.B. das Metall mit 2 At. $\underline{O}$ ein Oxyd bildet, 1 At. Metall dergestalt mit 2 At. $\underline{\dot{P}}$, dass sich das sämmtliche $\underline{O}$ auf 1 At. des Phosphors wirft, während das andere sich mit 1 At. $\underline{P}$ vereinigt, so dass endlich (das Metall = $\underline{X}$ gesetzt) $\underline{X}\underline{P} + \underline{\ddot{P}}$ entstehet, und mithin das Phosphormetall, so wie das $\underline{A}\underline{H}$ (§. 473), das $\underline{C}\underline{H}$ (§. 541), und die Carbonmetalle (§. 535) sich als schwache oxygenfreye Basis verhält. — Diese *Phosphormetall-Phosphoroxyde* besitzen auch gewöhnlich eine röthliche Farbe (Farbe des wasserfreyen $\underline{\ddot{P}}$) und werden zersetzt: *a*) durch Erhitzung an der Luft, indem $\underline{O}$ aufgenommen wird, in phosphors. Metalloxyde; *b*) durch Wasser, nach Umständen in basische phosphorigts. Phosphoroxydul-Metalloxyde und Phosphorhydrogengas, oder Oxydhydrat und Phosphorhydrogengas, oder wenn ein Uebermass des $\underline{\dot{P}}$ vorwaltete, in neutrale phosphorigts. Phosphoroxydul-Metalloxyde (§. 598, 1, 1) und Phosphorhydrogengas.

Diese Verbindungen der Phosphormetalle werden meistens mit den isolirten Phosphormetallen verwechselt. Die Auffindung von Mitteln, diese Verbindungen direct in Phosphormetall und $\underline{\ddot{P}}$ zu zersetzen, ist daher eine höchst wichtige Aufgabe für den forschenden Chemiker; denn sie wird uns wahrscheinlich zur Darstellung der reinen Phosphormetalle den Weg zeigen.

IV. Verbindungen des Phosphors auf der 4. Stufe der Zusammensetzung.

§. 598. Hier finden wir die Doppelsalze der Phosphorsäure, ihre Hydratsalze und mehrere analoge Verbindungen.

1. *Verbind. des Hydrates der phosphorigten Säure.*

1) *Hydrat der phosphorigten Säure mit Phosphoroxydul-*

hydrat. Diese Verbindung, das *phosphorigtsaure Phosphoroxydulhydrat*, muthmasslich = $\underline{H}\dddot{\underline{P}} + \dot{\underline{P}}\underline{H}$ = 717,269, wurde von *Dulong*, 1816, entdeckt. Sie entstehet, wenn man Phosphorbaryt oder andere analoge Verbindungen mit Wasser kocht, und die Auflösung, welche eine Verbindung von phosphorigts. Baryumoxydhydrat mit hydrogensaurem Phosphoroxydul enthält, mit verdünnter Schwefelsäure so lange versetzt, als noch schwefels. Baryumoxyd niederfällt, und sodann die filtrirte Flüssigkeit sehr langsam abdampft. — Diese Verbindung kann wahrscheinlich nur mit Wasser existiren; denn sie lässt sich nicht weiter als bis zur schwachen Syrupsconsistenz concentriren, und zerfällt bey jedem Versuche zur weitern Abdampfung in Phosphorhydrogengas, $\dot{\underline{P}}$ und $\ddot{\ddot{\underline{P}}}$ (nach *Rose* nur in nicht selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas und $\ddot{\ddot{\underline{P}}}$).

Sie erscheint als eine zähflüssige, beissend und scharf schmeckende, unkrystallisirbare Flüssigkeit, die sauer reagirt, und mit Basen gesättigt in eigenthümliche Doppelsalze übergehet, welche aus phosphorigtsaurem Oxydhydrat und hydrogensaurem Phosphoroxydul zusammengesetzt sind. — Diese Doppelsalze entstehen, wenn man das oben erwähnte Baryumoxydsalz im Wege doppelter Wahlverwandtschaft durch andere Salze zersetzt, oder durch unmittelbare Verbindung. Sie sind alle im Wasser, einige auch im Weingeist auflöslich. Sie zerfliessen an der Luft, ziehen aber zugleich so viel Oxygen an, dass sie allmählich in phosphorsaure Salze übergehen. Die meisten sind unkrystallisirbar, alle können auch nur mit Wasser bestehen. In der Hitze zerfallen sie in phosphorsaure Salze, Phosphorhydrogengas und in $\dot{\underline{P}}$ und $\ddot{\ddot{\underline{P}}}\underline{H}$.

[Nach diesen Zersetzungen wäre es wohl möglich, dass die beschriebene Verbindung statt $\dot{\underline{P}}$ irgend eine Verbindung des $\underline{P}$ mit $\underline{H}$ enthielte. Man hat indessen die hier gegebene Ansicht einstweilen vorgezogen, weil sie der bisherigen Angabe der Bestandtheile genau entspricht.]

Diese Verbindung, so wie ihre Doppelsalze, sind in hohem Masse merkwürdig, weil sie das erste entscheidende Beyspiel geben, dass eine Säure ein Oxyd oder eine andere Verbinduug ihres eigenen Radicals so fest hält, dass sie es auch bey der Vereinigung mit Basen nicht entlässt, und umgekehrt bey der Trennung von den Basen wieder behält. In der org. Natur bildet dieser Umstand den Typus einer grossen Reihe ähnlicher Verbindungen, in welchen ein Salz irgend einer Säure mit dem hydrogensauren Salze irgend eines Oxydes oder Hydroids desselben Stoffes, welches in der Säure das Substrat bildet, zum Doppelsalze vereinigt ist, ohne dass dabey dieses Oxyd auf die gedachte Säure sättigend einwirket.

[Man hat diese Verbindung als eine eigenthümliche Säure $= 2\ddot{\underline{P}}$ angesehen, und *unterphosphorigte Säure* (*Acidum subphosphorosum*) genannt, und eben so die damit erzeugten Doppelsalze als einfache Salze betrachtet, und mit dem Nahmen der *unterphosphorigtsauren Salze* belegt. Dagegen spricht indessen ihre Sättigungscapacität, welche, sobald man ihre Atomenzahl auf 1 At. $\underline{P}$ reducirt, und also (wie es sodann seyn muss) auf die Hälfte herabsetzt $= 40{,}624$ gefunden wird, während sie erfahrungsmässig nur $= 20{,}312$ ist.]

2) *Phosphorigtsaures Ammoniakhydrat* (*Phosphis ammonicus cum aqua*) (*Ammoniacum phosphorosum* wahrscheinlich $= (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + (\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{P}})$. Es bildet nach *Fourcroy* und *Vauquelin* 4seitige Prismen, die an der Luft Feuchtigkeit anziehen, in 2 Th. kalten und noch weniger heissen Wassers auflöslich sind, und beym Erhitzen, Ammoniak, Wasser und Phosphorhydrogengas verlierend, in verglaste Phosphorsäure übergehen.

2. *Verbindungen des Hydrates der Phosphorsäure.*

§. 600. Hierher gehören die Salze des Phosphorsäurehydrates. Aufzuzählen ist aber einstweilen nur Folgendes:

1) *Phosphorsaures Ammoniakhydrat* (*Phosphas ammonicus*, *Ammonium phosphoricum* $= (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + (\dot{\underline{H}}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{P}}) = 773{,}110 = (72{,}258\ \dot{\underline{H}}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{P}} + 27{,}742$ Ammoniakhydrat)

findet sich in dem Harn fleischfressender Thiere vor, und wird auch durch Sättigung der kalkhältigen Phosphorsäure mit basisch carbonsaurem Ammoniak künstlich erzeugt. Es krystallisirt mit 1 At. Wasser zu 4seitigen Säulen oder rhomboidalen Nadeln, besitzt einen stechenden kühlenden Geschmack, und ist in 3 Th. kalten und weniger warmen Wassers auflöslich. — Im Platintiegel geschmolzen, geht es unter Entweichung des Wassers und Ammoniaks in verglaste Phosphorsäure über, die aber eine geringe Menge Ammoniak sehr schwer entlässt. — Es ist zur Erzeugung von Doppelsalzen sehr geneigt.

Man kennet auch ein *saures phosphorsaures Ammoniakhydrat* $= (\underline{A}H^2 + \dot{\underline{H}}) + (\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{P}})^2 = 1331{,}744$, welches beym krystallisiren noch 1 At. Wasser aufnimmt, und im Wasser auflöslich ist. — Es existirt auch ein basisches Salz $= (\underline{A}H^2 + \dot{\underline{H}})^2 + (\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{P}})$, welches aber isolirt noch nicht dargestellt worden ist (s. §. 604, 2).

3. *Verbindungen des Phosphorhydrogengas.*

§. 601. Man kann bis jetzt folgende Verbindungen dieser Art annehmen.

1) *Phosphorhydrogengas mit Bromsäurehydrat.* Diese beyden Gase verdichten sich, nach *Serullas*, zu einer eigenthümlichen Verbindung. (Ann. de Chim. XLVIII, 91.)

2) *Phosphorhydrogengas mit Jodsäurehydrat.* Beyde Modificationen des Phosphorhydrogens vereinigen sich mit dem gasförmigen Jodsäurehydrat zu krystallisirenden Verbindungen, die so innig sind, dass sie ohne Zersetzung und ohne zu schmelzen sublimirt werden können. (*Gilb.* Annalen XLVIII, 253. — *Pogg.* Ann. XXIV, 151.)

3) *Phosphorhydrogengas mit Ammoniakgas. Vogel* fand, dass das $\dot{\underline{P}}$, besonders unter Einfluss der Sonnenstrahlen, viel Ammoniakgas absorbirte, und dabey in ein bräunlichschwarzes Pulver überging. Diese Verbindung wurde beym Erhitzen roth, und liess erst beym Rothglühen Ammoniak

und Phosphorhydrogengas fahren. Sie ist wegen ihrer Farbe sehr merkwürdig, und ihre weitere Untersuchung wird vielleicht auch über das Schwarzwerden des $\dot{\underline{P}}$ in andern Fällen (§. 577, β) Aufschluss geben. (*M.* Handb. II, 686.)

V. Verbindungen des Phosphors auf der 5. Stufe der Zusammensetzung.

§. 602. Hierher gehören viele Verbindungen aus Hydratsalzen und Doppelsalzen der verschiedenen Phosphorsäuren u. s. w. Vorläufig können aber nur die folgenden angezeigt werden.

1. *Verbind. des phosphorigts. Ammoniakhydrates.*

§. 603. Man kennet bis jetzt nur die folgenden:

1) *Phosphorigtsaures Ammoniakhydrat mit bromsaurem Ammoniakhydrat.* Das *phosphorigt- und bromsaure Ammoniakhydrat* (Bromphosphor-Ammoniak) entstehet, wenn man Ammoniakgas in bromsaure phosphorigte Säure leitet. Es hat viel Analogie mit der nachfolgenden Verbindung des phosphorsauren Ammoniaks (§. 604, 1).

2) *Phosphorigtsaures Phosphoroxydul - Ammoniakhydrat* (*unterphosphorigts. Ammoniak*) entstehet (nach *Dulong*) durch Sättigung des phosphorigts. Phosphoroxydulhydrates (§. 598, 1) mit Ammoniakhydrat. Es ist im Wasser und Weingeist leicht auflöslich und zerfliesslich an der Luft.

2. *Verbind. des phosphors. Ammoniakhydrates.*

§. 604. Man kennet bereits folgende Verbindungen dieser Art.

1) *Phosphorsaures Ammoniak mit muriumsaurem Ammoniak.* Das *phosphor- und muriumsaure Ammoniak* (Chlorphosphor-Ammoniak), wahrscheinlich $= ((\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + (\dot{\underline{H}}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{P}})) + ((\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + (\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{M}}))^3$ bildet sich, wenn man muriumsaure Phosphorsäure in trockenem Ammoniakgas erhitzt, als weisses Pulver, welches im trockenen Zustande geruch- und geschmacklos erscheint, und selbst in der Weissglühhitze

nicht zersetzbar ist. Es gehet jedoch mit Kaliumoxydhydrat geschmolzen in die analoge Kaliumoxydverbindung über, indem Ammoniakgas entweichet. Auch zerfällt es durch Wasser langsam in die wässerige Auflösung des phosphor- und muriumsauren Ammoniaks (*Davy*, *Grouvelle*).

2) *Neutrales mit basischem phosphors. Ammoniakhydrat.* Das *neutral- und basisches phosphorsaure Ammoniakhydrat* (sogenanntes basisches) $= ((\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + (\dot{\underline{H}}\ddot{\ddot{\underline{P}}})) + ((\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}})^2 + (\dot{\underline{H}}\ddot{\ddot{\underline{P}}})$ ist schwer auflöslich im Wasser, und entstehet durch Uebersetzung des neutralen Salzes mit Ammoniak.

3) Die fernern Verbindungen kommen weiterhin noch vor.

Zwölftes Kapitel.

Schwefel.

§. 605. Der *Schwefel* (*Sulfur*) = S ist ein eigenthümlicher Stoff, welcher isolirt nicht dargestellt werden kann, und dessen Daseyn daher nur aus seinen Verbindungen gefolgert werden konnte. — Er findet sich in ziemlich grosser Menge in Verbindung mit andern Stoffen vereinigt in der Natur, nahmentlich als Substrat der Schwefelsäure in mehreren schwefelsauren Salzen, mit Hydrogen verbunden in den Schwefelquellen, als schwefligte Säure in vulkanischen Gegenden, und mit Metallen in den verschiedenen Schwefelerzen, in kleiner Menge wohl auch in organischen Körpern. Auch dieser ist übrigens, wie der Phosphor, mit dem er überhaupt ungemein grosse Analogie zeiget, so wenig erforscht, dass man sich begnügen muss, in der Darstellung seiner Verhältnisse hier derjenigen Ansicht zu folgen, die der Analogie nach die wahrscheinlichste ist.

I. Verbindungen des Schwefels auf der 1. Stufe der Zusammensetzung.

§. 606. Der *Schwefel*, auf dieser Stufe der Zusammen-

setzung, nähmlich das *Schwefelaräoid* = $\underline{S}$ = 101,165 ist gleichfalls isolirt noch nicht dargestellt, und nur aus seinen Verbindungen erschlossen.

II. Verbindungen des Schwefels auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Schwefels mit dem Oxygen.*

§. 607. Verbindungen des Schwefels mit dem Oxygen wird man durch die vorliegenden Erfahrungen, und nach den chemischen Verbindungsgesetzen, veranlasset fünfe anzunehmen, nähmlich mit 1, 2, 3. 4 oder 5 At. $\underline{O}$, die man *Schwefeloxydul*, *Schwefeloxyd*, *schwefligte Säure*, *Schwefelsäure* und *Ueberschwefelsäure* nennen kann.

a) Schwefeloxydul.

§. 608. Das *Schwefeloxydul* (*Sulphur oxydulatum*) (gemeinhin *Schwefel*, *Sulphur* genannt), muthmasslich = $\dot{\underline{S}}$ = 201,165 = (50,290 $\underline{S}$ + 49,710 $\underline{O}$) war in den ältesten Zeiten schon bekannt. Es kommt natürlich, oft schon krystallisirt, in vulkanischen Gegenden vor, und findet sich als pulveriger Niederschlag bey Schwefelquellen, und nach *Chaptal*, auch in den Cloaken.

[Dieses Oxydul wird von den meisten Chemikern als einfacher Stoff angesehen, und mit S bezeichnet, dessen Atomzahl zugleich = 201,165 angenommen ist. — Die oben (§ 606) angeführte Atomzahl des $\underline{S}$ = 101,165 wurde aus den drey zunächst höheren und wohlbekannten Oxyden des Schwefels, deren Oxygengehalt immer nur um 1 Atom differirt, erschlossen. Hieraus wird man sich die auch bey den höheren Verbindungen des Schwefels vorkommenden Differenzen in den Zahlen erklären können. (*M.* At. 13.)]

α) Darstellung: *a*) Der natürlich vorkommende Schwefel wird durch Destillation von den mechanischen Verunreinigungen befreyt; *b*) man zersetzt durch trockene Destillation den Schwefelkies, welcher die Hälfte seines Schwefels als $\dot{\underline{S}}$ fahren lässt, während eine Verbindung von Eisen

und weniger Schwefel im Rückstande bleibt (s. unten Eisen mit Schwefel B. II.).

[Bey der Gewinnung des $\dot{\underline{S}}$ aus den Schwefelkiesen im Grossen zerfällt die Operation gewöhnlich in zwey Theile, nähmlich in die Ausschmelzung und Läuterung. — Die *Ausschmelzung* (*Seigerung*) findet in zwey Modificationen Statt. Entweder man schichtet den Schwefelkies mit Holz in pyramidalen Haufen (Rösthaufen) auf, und zündet das Holz an; worauf während dem Brande die Hälfte des Schwefels aus den Erzen schwitzt, und als *Rohschwefel* abfliesset, und in Wasser übergeschöpft wird. Oder die Erze werden in thönernen oder gusseisernen Röhren, deren mehrere in einem gemeinschaftlichen Ofen (*Galeerenofen*), dem sogenanten *Schwefeltreibofen*, *Schwefelbrennofen*, bis zur Ausschmelzung des Schwefels erhitzt; worauf die rückständigen weniger Schwefel enthaltenden Erze (*Schwefelbrände*) zur Darstellung des Eisenvitriols (s. die A.) bey Seite geschafft werden, der ausschmelzende Schwefel, *Rohschwefel, Treibschwefel* hingegen zur Läuterung kommt. — Die *Läuterung* geschieht wieder nach zwey Methoden. Entweder der Rohschwefel wird aus irdenen oder gusseisernen Retorten (*Läuterkrügen*) in einem Galeerenofen (*Läuterofen*) der Destillation unterworfen, und der in die Vorlagen übergehende Schwefel in befeuchtete hölzerne Formen zu *Stangenschwefel* umgestaltet. Oder die Verflüchtigung des Schwefels wird in grossen gusseisernen Kesseln vorgenommen, und der Dampf durch darauf gemauerte Helme in nahe liegende Kammern (*Schwefelkammern*) geleitet; wo er, je nachdem die Operation rascher oder langsamer betrieben wird, sich entweder im flüssigen Zustande absetzt, und in Kuchen oder Stangen gegossen wird, oder sich in pulveriger Form (*Schwefelblumen, Flores sulphuris*) verdichtet.

Dieser *gemeine Schwefel* (= $\dot{\underline{S}}$) kann mit Selen oder Arsenik verunreinigt seyn, wenn er aus Erzen gezogen wurde, die diese Substanzen enthalten; was sich in beyden Fällen durch eine orangegelbe Farbe manifestirt. Auch haftet immer etwas Schwefelsäure an demselben, weil während der Sublimation ein Theil zu schwefligter Säure verbrennt, und dann in Berührung mit der feuchten Luft zu Schwefelsäure wird. — Reines $\dot{\underline{S}}$ (*reinen Schwefel, Sulphur depuratum, S. lotum*) verschafft man sich, wenn von Selen und Arsenik freye Schwefelblumen mit Wasser bis zur Entfernung der Säure ausgekocht und getrocknet werden.

Der unreinste im Handel vorkommende Schwefel ist derjenige, welchen man erhält, wenn der Rohschwefel nicht destillirt, sondern nur noch einmahl ausgeschmolzen und in Formen gegossen wird. Es bleibt dabey ein grauer Rückstand, welcher noch unreiner ist und *Rossschwefel, Sulfur caballinum* heisset.

β) Eigenschaften: Das $\dot{\underline{S}}$ (gemeiner Schwefel) erscheint als schwachgrünlich hellgelber (schwefelgelber) fester, mässig harter, aber so überaus spröder Körper, dass es schon bey geringem Drucke bricht, ja selbst durch geringe Erwärmung, z. B. in der warmen Hand, knisternd in Stücke zerspringt. Es ist in Masse undurchsichtig, im krystallisirten Zustande aber oft halbdurchsichtig, hat einen schwachen eigenthümlichen Geschmack und keinen Geruch, ausser wenn es gerieben wird; was indessen der Auflösung im elektr. Fl. zuzuschreiben ist, weil das $\dot{\underline{S}}$ durch Reibung wie durch Erwärmung sehr elektrisch wird und die Elektricität nicht leitet. Das $\dot{\underline{S}}$ besitzt eine Dichtheit = 1,920 bis 2,00, und im uureinen Zustande wohl auch bis 2,35. — Bey mässigem Erhitzen schmilzt dasselbe schon zwischen + 100 und 109° C., wird bey + 140° C. zu einer hellrothbraunen durchsichtigen öhlähnlichen Flüssigkeit, erlangt aber beym Erkalten wieder die vorige Gestalt und Farbe, und krystallisirt beym langsamen Sinken der Temp. in geschobenen Octaëdern oder in langen 8kantigen Nadeln; was sich beym Durchstechen der halb erstarrten Masse und Ausgiessen des noch flüssigen Theils sichtbar zeiget. — Bey stärkerer und länger andauernder Hitze (+ 160°) hingegen wird das geschmolzene $\dot{\underline{S}}$ immer dunkler rothbraun, und zäher, verliert bey 220 bis 250° den flüssigen Zustand und erlangt eine grössere Dichtheit, die nach *Osann* 2,027, nach *Thomson* 2,325 erreicht, und behält, wenn es in diesem Zustande in Wasser gegossen wird, längere Zeit hindurch eine zähe, teigartige Consistenz, die nur nach längerer Zeit mit der dunkeln Farbe zugleich wieder verschwindet. — Wird endlich die Hitze nur langsam gesteigert, so erfolgt unter Ausschluss der Luft schon bey + 143° C. die

Verflüchtigung in orangegelben Dämpfen, die sich bey + 316°, wo das Sieden eintritt, noch lebhafter entwickeln, und in den Vorlagen als gelbes Pulver (Schwefelblumen) wieder verdichten. — Wird hingegen beym Erhitzen auch Luftzutritt gestattet, so entzündet sich das $\dot{\underline{S}}$ schon bey + 260 bis 294° C. und verbrennt mit violetter Flamme zu schwefligter Säure.

[Das Zähe- und Braunwerden des $\dot{\underline{S}}$ erfolgt auch bey rascher Erhitzung bis zu einer sehr hohen Temperatur. Die anomale Erscheinung, dass hier ein Körper bey minderer Erhitzung dünnflüssig, bey höherer hingegen dickflüssiger und dichter wird, hat man noch nicht consequent erklären können. Es scheint jedoch, dass hier dasselbe wie beym $\dot{\underline{P}}$ (§. 578, *α*) geschieht, indem das $\dot{\underline{S}}$ in ein Gemenge von $\underline{S}$ + $\ddot{\underline{S}}$ umgewandelt wird; wofür nicht nur die dunkle Farbe und die Zähigkeit, sondern hauptsächlich der Umstand spricht, dass diese Substanz, wenn sie nicht rasch sondern nur sehr langsam erkaltet, wieder dünnflüssig, und nach dem Erstarren gelb und fest erscheint (wahrscheinlich, weil das $\underline{O}$ Zeit und Gelegenheit findet, sich wieder auf den $\underline{S}$ gleichförmig zu vertheilen). (✱)

Eine andere merkwürdige Erscheinung ist die, dass das $\dot{\underline{S}}$, wenn es auf einen mässig erhitzten Körper, z. B. einen Mauerziegel gestrichen wird, eine hohe, blaue, äusserst schwache Flamme und einen eigenthümlichen Geruch verbreitet, obgleich die Hitze nicht gross genug ist, dass förmliche Entzündung und Bildung von schwefligter Säure erfolgen könnte. Dass diess letztere nicht geschehe, muss man schliessen, weil, wenn nach *Berz.* ein kalter Körper über jene Flamme gehalten wird, Schwefelblumen abgelagert werden. Es entstehet nun die Frage, ob also jene Lichterscheinung elektr. Natur ist (§. 381, *aa*); oder ob vielleicht das $\dot{\underline{S}}$ zu $\ddot{\underline{S}}$ oxydirt verflüchtiget, und beym Erkalten wieder in $\dot{\underline{S}}$ und $\underline{O}$gas zersetzt wird? —

An der Luft und im Wasser erleidet das $\dot{\underline{S}}$ in gemeiner Temp. keine Veränderung, und ist in letzterem auch nicht auflöslich, aber auflöslich in 20 Th. erhitzten Alkohols (am besten wenn sie in Dampfgestalt zusammen kommen), und gibt damit eine röthlichgelbe Auflösung, welche nach (*Lauragais* und *Favre*) nach Schwefelhydrogen riechet, durch Wasser gefällt wird und die Metalle schwärzt. Es ist ferner

in Aether, in ätherischen Oehlen, fetten Oehlen, Schwefelcarbon, geschmolzenen Harzen u. dgl. org. Flüssigkeiten, und insbesondere in den Schwefelhydrogen-Alkalien auflöslich, und bildet im geschmolzenen Zustande ein vorzügliches Auflösmittel für Schwefelmetalle.

[Aus der Auflösung in dem Schwefelcarbon und den ätherischen und fetten Oehlen krystallisirt das Ṡ am schönsten in der angezeigten Form.]

Das Ṡ zeiget nur wenig Neigung zu Bildung höherer Verbindungen, die in der Folge noch vorkommen.

γ) Zersetzung: Diese erfolgt nur unter Umständen, wo das S sogleich mit andern Stoffen verbunden werden kann. So z. B. beym Erhitzen mit gewissen Metallen unter Ausschluss der Luft, wobey Schwefelmetalle und Metalloxyde, oder schwefelsaure Metalloxyde entstehen. Dieser Gegenstand ist aber noch in hohem Masse der wiederholten Untersuchung bedürftig (s. auch bey Schwefeloxyd und Schwefelhydrogen (§. 628, und §. 619) (vergl. vorzüglich oben β die Anm.).

δ) Anwendung: Als *Arzeneymittel* (*Sulfur depuratum*). Als *Räucherungsmittel* zur Zerstörung der Krankheitsstoffe und zur Bleichung thierischer Substanzen. Zum *Abformen* vorzüglich der Münzen, wozu es in seinem teigartigen Zustande verwendet wird. Zur Verfertigung der *Schwefelhölzchen*, *Schwefelfäden*, die mit einem Ende zum bekannten Gebrauch in schmelzendes Ṡ eingetaucht werden. Zur *Schiesspulverfabrication* (s. unten azots. Kaliumoxyd B. II.). Zur Darstellung der verschiedenen *Schwefelpräparate*.

[Die *Schwefelbalsame* sind nichts anders als Auflösungen des Ṡ in ätherischen oder fetten Oehlen. Der *Schwefeleinschlag* bestehet aus Leinwandstreifen, die man durch schmelzenden Schwefel gezogen, und oft noch vor dem Erstarren mit grobgepulverten Blüthen und aromatischen Substanzen bestreut hat (*Blumeneinschlag*); und die man angezündet in die Weinfässer einhängt, damit der brennende Schwefel das O der atm. Luft consumire. Der *doppelte Einschlag* wird aus dem grauen Schwefel bereitet,

welcher bey der Darstellung der beyden andern Arten zuletzt übrig bleibt.]

b) Schwefeloxyd.

§. 609. Das *Schwefeloxyd* (*Oxydum sulfuricum*) = $\ddot{\underline{S}}$ = 301,165 = 33,591 $\underline{S}$ + 66,409 $\underline{O}$) ist bis jetzt isolirt nicht darstellbar; die Existenz desselben ist daher auch nur aus seinen Verbindungen erschlossen worden. Mit $\underline{S}$ gemengt findet sich dasselbe in jenem braunen Körper, welcher entsteht, wenn man $\dot{\underline{S}}$ anhaltend schmelzen lässt oder rasch erhitzt. Es scheint vorzüglich auf trockenem Wege gebildet werden und bestehen zu können, und erzeugt auf diesem Wege Verbindungen mit Oxyden und Schwefelmetallen (§. 619). Die wenigen auf nassem Wege entstehenden Verbindungen sind höcht zersetzbar.

c) Schwefligte Säure.

§. 610. Die *schwefligte Säure* (*Acidum sulfurosum*) (*schwefligtsaures Gas, unvollkommene, flüchtige oder phlogistisirte Schwefelsäure, Gas acidum sulfurosum*) = $\dddot{\underline{S}}$ = 401,165 = (25,218 $\underline{S}$ + 74,782 $\underline{O}$) wurde von *Stahl* zuerst, 1697, beschrieben, von *Pristley*, 1774, zuerst nach ihren Bestandtheilen erkannt, und späterhin, vorzüglich von *Gay-Lussac* und *Berzelius*, am genauesten untersucht. — Sie kommt in der Natur bey Vulkanen gasförmig vor, und in einigen vulkanischen Quellen.

α) Darstellung: *a*) durch höhere Oxydation des $\underline{S}$; *b*) durch partielle Desoxydation der Schwefelsäure mittelst oxydirbarer Substanzen.

[Man erhält am kürzesten schwefligte Säure, wenn $\underline{S}$ an der Luft oder im $\underline{O}$gas verbrennt wird; im letzten Falle dem Vol. nach fast genau so viel, als man $\underline{O}$gas verwendet hat; im ersten Falle ist $\dot{A}$gas beygemengt. — $\underline{S}$ mit Metalloxyden erhitzt, vorzüglich mit Manganhyperoxyd, Bleyhyperoxydul- und oxyd liefert $\ddot{\underline{S}}$ und Schwefelmetall. — Verschiedene Metalle, als Silber, Kupfer, Mercur mit conc. Schwefelsäure erhitzt, liefern $\dddot{\underline{S}}$ und schwefelsaure Salze; weil ein Theil der Säure durch die

Metalle zu $\ddot{\underline{S}}$ desoxydirt wird, während ein anderer Theil das eben entstandene Metalloxyd bindet. — Kohle, Sägespäne und andere org. Substanzen mit conc. Schwefelsäure erhitzt, erzeugen $\ddot{\underline{S}}$ und Carbonsäure. — Reine $\ddot{\underline{S}}$ verschafft man sich gewöhnlich durch Erhitzung der conc. Schwefelsäure mit Mercur; zum technischen Gebrauch dient oft die mit Hülfe der Kohle erzeugte unreine Säure. — Soll diese Säure trocken seyn, so leitet man sie durch muriumsaures Calciumoxyd. — Zu ihrer Auffangung in Gasform dient das Mercur als Sperrmittel, weil sie vom Wasser sehr stark absorbirt wird.]

β) Eigenschaften: Farbloses Gas von eigenthümlichem stechendem erstickenden Geruch, säuerlichem unangenehmen Geschmack, und einer Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) (nach *Berz.*) = 2,247, (nach *Thenard*) 2,234. Es bricht das Licht (nach *Dulong*) = 2,260. Es röthet das Lackmus, zerstört mehrere Pigmente gänzlich, taugt nicht zum Athemholen und tödtet schnell, ist nicht brennbar und auch unfähig das Brennen zu unterhalten.

Bey einer Kälte von — 18 bis 20° C., und auch durch sehr heftigen Druck, gehet das $\ddot{\underline{S}}$gas zur tropfbaren Form über, und bildet eine farblose Flüssigkeit von 1,450 Dichtheit, die ungemein flüchtig ist, schon bey — 10° C. siedet, bey — 17,8° C. noch flüssig ist, aber in noch grösserer Kälte endlich zu einer weissen flockigen Masse stocket. Bey ihrer Verflüchtigung erzeugt sie eine Kälte, die bis — 57° C. und im Recipienten der Luftpumpe sogar bis zu — 68° steigen kann. Wird sie in Wasser gegossen, welches einige Grade über 0 erwärmt ist, so löset sich ein Theil auf, ein anderer sinket in öhlähnlichen Tropfen zu Boden, geräth aber, wenn er sodann mit einem Glasstabe berührt wird, in so heftiges Kochen, das durch die Vergasung das Wasser zum Gefrieren kommt.

[Umwindet man eine kleine Glaskugel mit Baumwolle, die mit liquider $\ddot{\underline{S}}$ anhaltend betropft wird, so wird sie so kalt, dass darin Ammoniakgas, Cyangas, das Gas der Muriumdoppelsäure und Alkohol zum Gefrieren kommen; ja die $\ddot{\underline{S}}$ selbst gefriert unter solchen Umständen, wenn zugleich die umgebende Luft mit Hülfe der Luftpumpe verdünnt wird.]

Die $\dddot{\underline{S}}$ ist sehr geneigt sich höher zu oxydiren, und entzieht dann andern Körpern Oxygen, um in Schwefelsäure überzugehen; doch geschieht diess nur in solchen Fällen, wo die entstehende Schwefelsäure zugleich Gelegenheit findet, sich mit einem andern Körper zu verbinden, z. B. *a*) wenn die $\ddot{\underline{S}}$ mit Wasser und Oxygengas zugleich in Berührung kommt, wobey sie langsam das O absorbirend in Schwefelsäurehydrat übergehet; *b*) wenn sie mit azotigter Säure in Gasform zusammen trifft, wobey eine Verbindung von unterazotigter- und Schwefelsäure entstehet; *c*) wenn sie (nach *Pristley*) im feuchten Zustande durch glühende Porzellanröhren geleitet wird, wobey sie in Schwefel und Schwefelsäurehydrat zerfällt; *d*) wenn sie mit Hyperoxyden gesättigt wird, mit welchen sie schwefelsaure Salze erzeugt.

Die schwefligte Säure ist zur Erzeugung höherer Verbindungen sehr geneigt (§. 620).

γ) Zersetzung: *a*) wenn sie mit Hydrogengas durch eine glühende Röhre getrieben wird, in Wasser und $\dot{\underline{S}}$; *b*) auf gleiche Weise über glühende Kohlen geleitet, in Carbonsäure und $\dot{\underline{S}}$; *c*) durch Phosphorhydrogengas schon in gem. Temp., in Schwefelphosphor und Wasser; *d*) durch Schwefelhydrogengas, in Wasser und $\dot{\underline{S}}$; *e*) durch erhitzte Metalle, die damit theils Metalloxyde und sogenannte Schwefelmetalle, theils (wenn Wasser zugegen ist) schwefligts. Schwefeloxydulsalze (§. 630, 1) bilden.

δ) Anwendung: Zur *Bleichung der Wolle*, *Seide* und anderer thierischer Substanzen, und zur Vertilgung der *Obstflecke* in der Wäsche; deren Farbestoff sie entweder total zerstört, oder damit farblose Verbindungen erzeugt. Zum *Schwefeln* der Weinfässer (§. 609, δ). In der *Heilkunde*, theils als *Räucherungsmittel* zur Zerstörung der Miasmen u. s. w. (§. 610, δ), theils als äusserliches Arzeneymittel.

d) Schwefelsäure.

§. 611. Die *Schwefelsäure* (*Acidum sulphuricum*

$= \dddot{S} = 501,165 = (20,186\ \underline{S} + 79,814\ \underline{O})$ kannte schon *Basilius Valentinus* im 15ten Jahrhundert in Verbindung mit Wasser als sogenanntes Vitriolöhl (*Oleum vitrioli*). *Lavoisier* erkannte zuerst ihre Bestandtheile. Im isolirten Zustande kann sie nicht dargestellt werden; man hat ihre Existenz jedoch aus ihren Verbindungen erschlossen, die sehr häufig sind, und bey deren Bildung sie sich als eine der stärksten Säuren bewährt (§. 621).

e) Ueberschwefelsäure.

§. 612. Die *Ueberschwefelsäure* (*oxydirte Schwefelsäure*, *Acidum sulfuricum oxygenatum*, *Acidum oxysulfuricum*) muthmasslich $= \ddddot{S} = 601,165 = (16,829\ \underline{S} + 83,171\ \underline{O})$ ist bis jetzt isolirt nicht darstellbar, aber aus einer ihrer Verbindungen zu erschliessen (§. 622, 3).

2. *Verbindungen des Schwefels mit Hydrogen.*

§. 613. Nach der Analogie der Verbindungen des Carbons mit Hydrogen möchte man glauben, dass auch drey Verbindungen aus Hydrogen und Schwefel möglich seyen, nähmlich: ein *Schwefelsubhydroidul* $= \underline{S}\underline{H} = 113,6446$, ein *Schwefelhydroidul* $= \underline{S}\underline{H}^2 = 126,1242$, und ein *Schwefelhydroid* $= \underline{S}\underline{H}^3 = 138,6038$. Indessen sind aber bis jetzt nur für die erste und zweyte dieser Verbindungen bestimmte Andeutungen zu finden (s. §. 619), und selbst diese können noch nicht isolirt dargestellt werden.

3. *Verbindungen des Schwefels mit Carbon.*

§. 614. Nach der Analogie möchte man schliessen, dass mehrere Verbindungen des Schwefels mit dem Carbon möglich seyen; aber bis jetzt sind nur für eine $= \underline{C}\,\underline{S}^2 = 255,204 = (79,232\ \underline{S} + 20,768\ \underline{C})$ einige Andeutungen vorhanden: indem diejenige Substanz, die man *Schwefelkohlenstoff* nennet, viel höher zusammengesetzt zu seyn scheint (§. 620, 3), die Verbindung aus $\underline{C}\,\underline{S}^2$ aber noch nicht isolirt darstellbar ist.

4. *Verbindungen des Schwefels mit den übrigen Aräoiden.*

§. 615. Die Verbindungen des Schwefels mit den übrigen Aräoiden sind noch nicht so weit untersucht und berichtiget als es zu wünschen wäre. Am meisten weiss man indessen von den Verbindungen des Schwefels mit den Metallen, den sogenannten *Schwefelmetallen* (*Sulfuride*, *Sulfureta*). — *Berzelius* hat nähmlich in neuerer Zeit nachgewiesen, dass sich der Schwefel wie das Oxygen in mehreren multiplen Verhältnissen mit andern Stoffen verbinde, und dass hinwiederum diese Verbindungen nach denselben Gesetzen, wie sich die verschiedenen Verbindungen des Oxygens zu Salzen, Doppeloxyden oder Doppelsäuren verbinden, sich zu höheren Verbindungen vereinigen können: so zwar, dass die binären Verbindungen des Schwefels den Oxyden und Säuren, die höheren Verbindungen derselben hingegen den Salzen u. s. w. analog sind.

[Aus diesen Umständen nahm *Berz.* sodann auch die Veranlassung, die binären Verbindungen des Schwefels mit andern Stoffen — gegenüber den Oxygenbasen und Oxygensäuren — als *Schwefelbasen* und *Schwefelsäuren* anzusehen, und mithin consequent die Verbindungen aus beyden als *Schwefelsalze.* Er nannte sie jedoch nicht so, weil dieses zu Verwechselungen mit den bekannten Schwefelsäuren Anlass gegeben hätte; sondern wählte für die basischen (oder + elektrischen) die Benennung *Schwefelbasen* (*Sulfureta*), und für die sauren (oder — elektrischen) das Wort *Sulfid*, und bediente sich in der Construction der einzelnen Benennungen des Ausdruckes »*Schwefeliges*,« wenn er eine sich als passiver Factor verhaltende (also der Schwefelsäure = $\underline{\overset{::}{S}}$ entsprechende) Schwefelverbindung bezeichnen wollte: während er jede Schwefelverbindung, die als activer Factor auftritt, bloss durch Vereinigung der Nahmen ihrer Bestandtheile benannte. Auf diese Art nannte er z. B. (die Atomzahl des Kaliums auf die Hälfte herabgesetzt) die dem Kaliumoxyd (= $\underline{\dot{K}}$) entsprechende Schwefelverbindung = $\underline{K}\,\underline{S}$ oder $\underline{\overset{,}{K}}$ *Schwefelkalium*, die der Schwefelsäure (= $\underline{\dddot{S}}$) entsprechende Verbindung des Schwefels mit dem Molybdän hingegen = $\underline{M}\,\underline{S}^3$ oder $\underline{\overset{,,,}{M}}$, Schwefelmolybdän, aber die dem schwefels. Kaliumoxyd

(= $\dot{\underline{K}}\,\ddot{\underline{S}}$) entsprechende Verbindung aus beyden = $\underline{K}\,\underline{S} + \underline{M}\,\underline{S}^3$ oder $\overset{,}{\underline{K}}\overset{,,,}{\underline{M}}$, *molybdänschwefliges Schwefelkalium* (s. §. 40). (*M.* At. I, 252, 2.)]

a) Darstellung: Viele Schwefelverbindungen kommen natürlich vor, und heissen *Kiese*, *Blenden*, *Schwefelerze* und s. w. Viele werden auch künstlich dargestellt, und zwar nach den bisherigen Erfahrungen durch folgende Verfahrungsarten: *a*) wenn man die Metalle mit gemeinem Schwefel ($\dot{\underline{S}}$) zusammenschmelzt, wobey die Vereinigung oft von lebhafter Feuererscheinung begleitet ist; *b*) wenn man Metalloxyde mit $\dot{\underline{S}}$ erhitzt, wobey ein Theil des Schwefels, das Oxyd desoxydirend, als Schwefel- oder schwefligte Säure davon gehet, während der andere mit dem Metall verbunden wird; *c*) durch starkes Erhitzen des $\dot{\underline{S}}$ mit den feuerfesten Alkalien, wobey die Zersetzung gewöhnlich auf die Art geschieht, dass 3 At. Alkali ihr Oxygen an 2 At. $\dot{\underline{S}}$ abgeben, und dadurch mit 1 At. Alkali ein schwefels. Salz erzeugt wird, während die 3 At. reducirtes Metalloid mit dem $\dot{S}$ Schwefelmetalle erzeugen; *c*) wenn man gewisse schwefels. Salze (z. B. schwefels. Kalium-, Sodium-, Lithium-, Baryum-, Calciumoxyd) in Berührung mit Hydrogengas oder Kohle glüht, wobey diese letzteren die Desoxydation der Schwefelsäure bewirken, indem sie selbst zu Wasser und Carbonoxydgas oder Carbonsäure oxydirt werden u. s. w.; *d*) wenn man ein Metall in Schwefelhydrogengas glühet, unter Ausscheidung von Hydrogengas; *e*) wenn man Schwefelkohlenstoffdampf auf glühendes Metalloxyd leitet, unter Ausscheidung von Carbon- oder carbonigter Säure; *f*) durch Zersetzung vieler Metalloxydsalze mittelst Schwefelhydrogen oder Hydrogenschwefel, oder der Verbindung der letztern mit Alkalien, wobey die Schwefelmetalle als dunkle Niederschläge erscheinen.

[Die Feuererscheinung bey der Vereinigung eines Metalls mit dem $\dot{\underline{S}}$ lässt sich (nach *Berz.*) zeigen, wenn man in einem Glaskolben $\dot{S}$ erhitzt, bis er ganz mit Dämpfen erfüllt ist, und

dann geschlagenes Silber oder Kupfer hinein hält. *Hare* lässt zu dieser Absicht einen Flintenlauf am Schwanzstück glühen, wirft dann ein Stück Ṡ hinein, bläst die entstehenden Schwefeldämpfe durch das Zündloch, und setzt dem Strome desselben feinen Eisendraht aus. — Ist bey dieser Feuererscheinung das Oxygen der atm. Luft nicht im Spiele, so kommt das Oxygen wahrscheinlich aus dem Ṡ, indem sich bloss reiner Schwefel = S mit dem Metall verbindet. Wird hingegen das S als solches mit dem Metall vereinigt, so muss die Lichterscheinung elektr. Natur seyn (§. 380).] (*)

β) Eigenschaften: Die sogenannten Schwefelmetalle erscheinen als feste, meistens spröde, und oft krystallisirbare, oft pulverige Körper. Ihre Dichtheit ist meistens geringer als das Mittel aus der Dichtheit der Zuthaten. Einige derselben sind undurchsichtig und metallisch glänzend, z. B. die Kiese, andere sind durchscheinend und nicht metallich glänzend, z. B. die Blenden. In der Hitze verflüchtigen sie sich meistens schwerer als das Metall derselben, und sind strengflüssiger als ihr Metall, wenn dieses leichtflüssig ist, und schmelzbarer im umgekehrten Falle.

Die Schwefelmetalle zeigen eine ziemlich starke Neigung zur Bildung höherer Verbindungen, und nahmentlich mit Metalloxyden, mit Schwefeloxyden, mit maskirten Schwefeloxydsalzen, mit andern Schwefelverbindungen und s. w., und ihre höheren Verbindungen sogar mit gleich hoch zusammengesetzten Salzen u. s. w.

γ) Zersetzung: *a*) durch Hitze, wobey einige den Schwefel ganz verlieren und Metall zurücklassen, andere nur einen Theil des Schwefels entlassen, und noch andere gar nicht verändert werden. Diejenigen, welche nur einen Theil entlassen, bleiben gewöhnlich in einem solchen Mischungsverhältniss zurück, dass sie durch Oxydation ein neutrales schwefels. Salz liefern; *b*) durch Erhitzung an der Luft, wobey einige in schwefligtsaures Gas und Metall, andere in schwefligts. Gas und Metalloxyd zerfallen, noch andere in schwefelsaure Metalloxyde übergehen. Einige erleiden

die letztere Veränderung schon in gemeiner Temp., wenn sie feuchter Luft ausgesetzt sind, indem sie verwittern; *c*) durch Glühen in Hydrogengas, wobey einige in Schwefelhydrogen und Metall zerfallen; *d*) durch Glühen mit Kohle, wobey einige in Schwefelcarbon und Metall, andere in $\ddot{\underline{C}}$ und Metall zerfallen; *e*) durch Wasser, welches sich mit den Schwefelmetallen der Alkalimetalloide in sogenannte Schwefelhydrogen- und Hydrogenschwefel-Metalloxyde zersetzt, je nachdem sie weniger oder mehr Schwefel enthalten (vergl. auch §. 619).

§. 616. Was im Vorigen von den Schwefelmetallen angeführt wurde, umfasset das Wesentlichste von dem was hierüber bekannt ist; diess bedarf indessen gar sehr einer wiederholten berichtigenden Untersuchung, denn die hier vorwaltenden Ansichten gründen sich alle auf die Voraussetzung, dass unser $\dot{\underline{S}}$, oder der gemeine Schwefel, ein einfacher Stoff sey. Wird hingegen dieser letztere als das erste Oxyd des reinen Schwefels angesehen, so gestaltet sich alles anders. Es entstehet nähmlich zunächst die wichtige Frage: ob bey der Erzeugung der Schwefelmetalle auf den oben angezeigten Wegen (§. 615, *α*) der Schwefel als $\underline{S}$ oder $\dot{\underline{S}}$ mit den Metallen verbunden worden sey?

Im ersten Falle werden ohne Zweifel die sogenannten Schwefelmetalle, ganz einfach aus Schwefel- und Metall- (=Aräoid) zusammengesetzt seyn, und also auf der zweyten Stufe der Zusammensetzung stehen; allein in diesem Falle wird man sodann fragen müssen, wo das $\underline{O}$ des $\dot{\underline{S}}$ hingekommen ist? Eine Frage, die sich jetzt nicht mit Sicherheit beantworten lässt, weil man bisher in dieser Beziehung noch gar keine Untersuchung vorgenommen hat (vergl. oben §. 615, *α* die Anm.).

Im zweyten Falle hingegen, wo das $\dot{\underline{S}}$ ganz in die Verbindung aufgenommen wird, muss diese nebst dem Metall und Schwefel auch noch das $\underline{O}$ enthalten, und also nach dem dualistischen Verbindungsgesetze ohne Zweifel auf

eine höhere Stufe der Zusammensetzung gehören (vergl. §. 619).

Es ist kaum zu zweifeln, dass unter jenen Verbindungen, die man bisher als Schwefelmetalle nannte, einige nach der ersten, und andere wieder nach der zweyten Norm zusammengesetzt sind; aber es müssen zahlreiche, mit genauer Beobachtung der Quantitäten der verwendeten Zuthaten vorgenommene Versuche vorausgehen, ehe man entscheiden kann, ob überhaupt und in welchen Fällen das eine oder das andere Statt finde. — Vor der Hand wird es demnach auch nothwendig, bey den späterhin vorkommenden Schwefelmetallen die Bestandtheile beyder hier gedachten Fälle entsprechend anzuführen.

[Ein Beyspiel wird über diesen Gegenstand die beste Erläuterung und zugleich die Hindeutung auf die noch vorzunehmenden Untersuchungen geben. — Es existirt ein Schwefelmetall, welches Schwefelkalium genannt wird, und der Angabe nach aus 1 At. $\underline{K}$ und 2 At. $\underline{\dot{S}}$ durch Schmelzung unter starker Feuererscheinung gebildet wird. Ist hier der Schwefel nur als solcher aufgenommen worden, so muss das Oxygen als Licht fortgegangen seyn, oder als schwefligte Säure, oder es muss Kaliumoxyd gebildet werden und vorfindig seyn. Die Verbindung wird aber (in dem Falle, dass nichts verbrannt wäre) $= \underline{K}\underline{S}^2$ $= 1182{,}162$ seyn und auf der zweyten Stufe der Zusammensetzung stehen. — Ist das $\underline{\dot{S}}$ hingegen ganz aufgenommen, so muss die Verbindung $K + \dot{S}^2$ oder $\underline{K} + \underline{S}^2 + \underline{O}^2$ enthalten, woraus nach dem dualistischen Verbindungsgesetze nichts anders werden kann, als $\underline{K}\underline{S} + \underline{\ddot{S}} = 1382{,}162$, welches auf die dritte Stufe der Zusammensetzung gehört. — Für die letzte Art der Zusammensetzung spricht die bey der Entstehung des Schwefelkaliums Statt findende Feuererscheinung. Dafür spricht auch die rothe Farbe der Verbindung, die vielleicht dem wasserfreyen $\underline{\ddot{S}}$ eigenthümlich ist. Dafür spricht endlich auch der Umstand, dass, sobald man den gemeinen Schwefel als $\underline{\dot{S}}$ in den Calcul nimmt, die Mannigfaltigkeit der Schwefelverbindungen auf allen Stufen der Zusammensetzung eben so vollständig hervortritt, wie die der Oxygenverbindungen, und also die von *Berz.* zuerst wahrgenommene Analogie zwischen beyden vollkommen nachgewiesen wird (vergl. *M.* At.).

III. Verbindungen des Schwefels auf der 3. Stufe der Zusammensetzung.

§. 617. Auf dieser Stufe der Zusammensetzung finden wir die Hydrate und Salze der verschiedenen Oxyde des Schwefels, und die analogen Verbindungen der übrigen Schwefelverbindungen.

1. *Verbindungen des Schwefeloxyduls.*

§. 618. Diese sind noch wenig erforscht, doch findet man bereits Veranlassung die folgenden anzunehmen.

1) *Schwefeloxydul mit Wasser.* Das *Schwefeloxydulhydrat* (*hydrogensaure Schwefeloxyd*, *Schwefelmilch*, *Schwefelniederschlag*, *Schwefelhydrat*, *Lacc sulfuris*, *Sulfur praecipitatum*), muthmasslich aus 1 At. $\underline{\dot{S}}$ und 1 At. $\underline{\dot{H}}$ bestehend, war in den ältesten Zeiten schon bekannt, und als Arzeneymittel angewendet. Es entstehet allemahl, wenn das $\underline{\dot{S}}$ aus irgend einer Auflösung niedergeschlagen wird.

[Gewöhnlich bedient man sich hierzu folgender Methoden: *a*) Aetzende Kaliumoxydlauge wird so lange mit reinem $\underline{\dot{S}}$ gekocht, als sie noch etwas aufnimmt, dann filtrirt mit Wasser verdünnt und mit verdünnter Schwefelsäure präcipitirt; *b*) (nach *Bucholz*) Saures schwefels. Kaliumoxyd wird durch Erhitzung mit Kohle (§. 619) in Schwefelleber umgewandelt, in Wasser aufgelöst und eben so behandelt. — In beyden Fällen entsteht eine Auflösung des Schwefelhydrogenkaliumoxydes, in welchem überschüssiges $\underline{\dot{S}}$ aufgelöst ist, welches durch die Säure niedergeschlagen wird (§. 619). Hat man die zur Fällung dienende Säure zu wenig verdünnt, so riechet der Niederschlag wie faule Eyer, ohne Zweifel, weil er Schwefelhydrogen oder Hydrogenschwefel enthält.]

Das Schwefeloxydulhydrat erscheint als gelblich weisser, nur wenig schwefelig riechender Niederschlag; welcher schon durch scharfes Austrocknen das meiste Wasser verliert und hierauf erhitzt viel weniger Wasser gibt, als man erwarten sollte, indem er zugleich zu gewöhnlichem $\underline{\dot{S}}$ zusammenschmilzt. Aus diesem Grunde wird derselbe

von vielen Chemikern auch nur als fein zertheiltes $\dot{\underline{S}}$ angesehen.

2) *Schwefeloxydul mit Carbonoxydul.* Eine Verbindung aus beyden vermuthet *Berz.* in derjenigen Kohle, welche nach der Darstellung des Schwefelalkohols im Rückstande bleibt; denn eine solche Kohle hält etwas $\dot{\underline{S}}$ so fest gebunden, dass es durch Glühen nicht ausgeschieden wird, und gibt gleichwohl mit azotsaurem Kaliumoxyd verpufft, schwefelsaures Kaliumoxyd.

3) *Schwefeloxydul mit Boron (oxyd?).* Boron mit $\dot{\underline{S}}$ schmilzt (nach *Berz.*) in der Hitze zur olivengrünen Paste, aus welcher sich das $\dot{\underline{S}}$ wieder abdestilliren lässt. — Wird jedoch das Boron im Dampfe des $\dot{\underline{S}}$ erhitzt, so bilden sich unter Feuererscheinung zwey Verbindungen. Eine die sich als weisse undurchsichtige Masse an den Wänden absetzt, wird durch Wasser mit Heftigkeit in Schwefelhydrogengas und wässerige Boronsäure zersetzt, und ist also wahrscheinlich den Schwefelmetallen analog (§. 619). Die andere bleibt am Boden als graue Masse, und lässt beym Auflösen in Wasser Schwefelmilch fallen, sie ist also analog den Schwefellebern (§. 619, Anm.). (*Pogg.* Ann. II, 145).

4) *Schwefeloxydul mit Phosphoroxydul.* Unter Wasser schmelzendes $\dot{\underline{P}}$ vereinigt sich in allen Verhältnissen unter Feuererscheinung mit $\dot{\underline{S}}$, doch muss diess in kleinen Portionen hinzukommen, weil sonst Explosion erfolgen kann. Diese gelblichen Verbindungen sind leichter entzündlich und schmelzbarer als ihre Bestandtheile. Die Mischung aus 1 Th. $\dot{\underline{P}}$ und 1 Th. $\dot{\underline{S}}$ schmilzt bey $+ 5^0$ C., die aus 7 Th. $\dot{\underline{P}}$ mit 5 Th. $\dot{\underline{S}}$ (nach *Faraday*) schon bey $- 6{,}7^0$ C. — Diese Verbindungen sind auflöslich in ätherischen und fetten Oehlen, mit Wasser zersetzen sie sich langsam, und beym Erhitzen schnell in Schwefelhydrogengas und phosphorigte Säure. — Es ist noch nicht erörtert, ob diese Verbindungen ihre Zuthaten unverändert enthalten.

5) *Schwefeloxydul mit Metalloxyden.* Es gibt Veranlas-

sungen auf solche Verbindungen zu schliesen. Mit den alkalischen Metalloidoxyden insbesondere lässt sich das $\underline{\dot{S}}$ vereinigen, wenn man es mit den Hydraten derselben bis zur Entweichung des Wassers gelinde schmelzen lässt. Die Verbindung ist gelb und im Wasser auflöslich. Säuren fällen daraus Schwefelmilch, und es wird dabey nur in so fern auch etwas Schwefelhydrogengas entbunden, als durch die Hitze einige Theile bereits in den Zustand der Schwefelleber (§. 619, Anm.) übergegangen waren.

6) *Schwefeloxydul mit Schwefelmetallen.* Aus dem Umstande, dass das $\underline{\dot{S}}$ im geschmolzenen Zustande die Schwefelmetalle auflöset, lässt sich schliessen, dass es mit denselben auch bestimmte Verbindungen erzeuge, doch sind diese noch nicht näher erforscht.

2. *Verbindungen des Schwefeloxydes.*

§. 619. Die Verbindungen des Schwefeloxydes ($= \ddot{S}$) sind noch viel zu wenig untersucht, als dass sich darüber mit Sicherheit absprechen liesse; obwohl schon deutliche Anzeigen vorliegen, dass dasselbe bald als activer, bald als passiver Factor auftritt, und eine Reihe höchst merkwürdiger Verbindungen erzeugt: unter welchen wieder diejenigen mit den Metalloxyden, mit den Schwefelmetallen und mit den Schwefelhydroiden ausgezeichnet sind.

Die *Schwefeloxyd-Metalloxyde* kommen zwar so viel man weiss isolirt nicht vor, allein sie finden sich in höheren Verbindungen durch Schwefelhydroide maskirt, und bewähren darin, wie sich weiterhin (§. 627) zeigen wird, die dem $\underline{\ddot{S}}$ entsprechende Sättigungscapacität = 33,205.

Als *Schwefeloxyd-Schwefelmetalle* insbesondere sind alle jene Verbindungen, die man bisher Schwefelmetalle genannt hat, so lange anzusehen, als nicht erwiesen ist, dass bey ihrer früher (§. 615) beschriebenen Bildung aus $\underline{\dot{S}}$ und Metallen, nur der Schwefel und nicht auch das $\underline{O}$ des $\underline{\dot{S}}$ aufgenommen wurde. — Die Darstellung dieser Verbindungen

so wie ihre Zersetzung wurde bereits früher (§. 615) angezeigt, und sie werden in der Folge gehörigen Ortes auch im Einzelnen vorkommen; hier indessen sind noch im Allgemeinen einige Bemerkungen über die Verhältnisse beyzufügen, in welchen sie den Schwefel enthalten.

Die Chemiker haben nach und nach gefunden, dass sich die meisten Metalle in mehr als einem constanten Verhältnisse mit dem Schwefel verbinden. — *Berz.* zog daraus mit gutem Grunde die Folgerung, dass vielleicht die Metalle eben so vieler Schwefelungsstufen fähig seyen, als sie Oxydationsstufen besitzen, fand aber selbst bald darauf bey einigen Metallen eine viel grössere Anzahl derselben. — Nach einigen Umständen findet man indessen gegründeten Anlass zu schliessen: es walte hierin ein anderes Gesetz vor, nach welchem jedes Metall nur so viel constante Schwefelungsstufen bilde, als es salzfähige Oxyde oder Säuren erzeugt; so dass folglich jede grössere Menge des etwa aufgenommenen Schwefels nur als unverändertes $\underline{\dot{S}}$ mit dem eigenthümlichen Schwefeloxyd-Schwefelmetall im zweyten Grade der chem. Anziehung gebunden, oder eines in dem andern aufgelöst, und insbesondere, wenn die Verbindung krystallinisch erscheint, das $\underline{\dot{S}}$ darin (so wie das *Krystallwasser* in den Salzen) als *Krystallschwefeloxydul* enthalten sey. — Für diese Ansicht spricht hauptsächlich die Erfahrung: dass die wässerigen Auflösungen der aus 1 At. Kalium (= $\underline{K}$) mit 2 At. $\underline{\dot{S}}$ und aus 1 At. $\underline{K}$ mit 4 At. $\underline{\dot{S}}$ bereiteten sogenannten Schwefelmetalle an der Luft nach und nach zu neutralem und saurem schwefels. Kaliumoxyd werden, ohne etwas auszuscheiden; während die Auflösung, wenn die Verbindung mit mehr $\underline{\dot{S}}$ dargestellt worden war, dabey diesen Ueberschuss als $\underline{\dot{S}}$ fallen lässt: dass ferner diese Auflösungen durch verdünnte Schwefelsäure im ersten Falle bloss neutrales oder saures schwefels. Kaliumoxyd und Schwefelhydrogengas liefern; während im letzten Falle das überschüssige $\underline{\dot{S}}$ entweder als Schwefelmilch oder mit Schwefelhydrogen verbunden niederfällt (vergl. §. 618). (*)

[Solche mit $\dot{\underline{S}}$ übersetzte Schwefeloxyd-Schwefelmetalle der Alkalimetalloide kannte man im unreinen Zustande bereits in der alten Zeit, und nannte sie, wegen ihrer leberbraunen Farbe, *Schwefelleber, Schwefelalkali* (*Hepar sulfuris*).

Die Schwefellebern werden dargestellt, indem man die betreffenden Metalloidoxyde, oder ihre Hydrate, oder ihre carbonsauren Salze mit mehr $\dot{\underline{S}}$, als hinreichend wäre mit dem Metalloid gesetzmässiges Schwefelmetall-Schwefeloxyd zu erzeugen, erhitzt; wobey dann (in den beyden letzten Fällen unter Ausscheidung des Wassers oder der Carbonsäure) die Bildung der Schwefelleber auf die Art erfolgt: dass Anfangs ein Theil des $\dot{\underline{S}}$ desoxydirend auf das Metalloidoxyd wirkend, damit in Schwefelsäure und Metalloid zerfällt, dann aber diese Schwefelsäure mit einem Theil des unzersetzten Oxydes schwefelsaures Salz, das reducirte Metalloid hingegen mit einem Theil des $\dot{\underline{S}}$ Schwefeloxyd-Schwefelmetall erzeugt, und endlich beyde mit dem noch überschüssigen $\dot{\underline{S}}$ zur sogenannten Schwefelleber zusammen schmelzen. — Auf diese Art liefern z. B. 4 At. Kaliumoxyd und 20 At. $\dot{\underline{S}}$ (= 4 $\dot{\underline{K}}$ + 20 $\underline{S}$) ein Gemenge, welches aus 3 At. ($\underline{K}\underline{S}$ + $\dot{\underline{S}}$), 1 At. ($\dot{\underline{K}}\ddot{\underline{S}}^2$) und 12 At. unverändertem $\dot{\underline{S}}$ zusammengeschmolzen ist. (Das Verhältniss von 3 At. ($\underline{K}\underline{S}$ + $\dot{\underline{S}}$) zu 1 At. ($\dot{\underline{K}}\ddot{\underline{S}}^2$) bedingt sich dadurch, dass 2 At. $\dot{\underline{S}}$ um $\ddot{\underline{S}}$ zu werden, 6 At. O benöthigen, und also 3 At. $\dot{\underline{K}}$ reduciren müssen.)

Werden solche Schwefellebern sodann mit Wasser und Luft oder durch Säuren zersetzt; so wird begreiflicher Weise das darin enthaltene Schwefeloxyd-Schwefelmetall, wie vorhin angezeigt wurde, zersetzt: während das $\dot{\underline{K}}\ddot{\underline{S}}^2$ unverändert ins Wasser übergehet, das überschüssige $\dot{\underline{S}}$ aber als solches niedergeschlagen wird (vergl. §. 618, 1.)]

Es folgen die Verbindungen im Einzelnen:

1) *Schwefeloxyd mit Wasser.* Das *Schwefeloxydhydrat* = $\dot{\underline{S}}\dot{\underline{H}}$ = 413,645 ist isolirt noch nicht dargestellt, es kommt aber in höheren Verbindungen vor.

2) *Schwefeloxyd mit Muriumsäure.* Das *muriums. Schwefeloxyd* (*Murias sulfuricus*) (Chlorschwefel im Max. des Chlors, Chlorum sulfuratum) = $\dot{\underline{S}}\ddot{\underline{M}}$ = 643,815 = (53,208 $\ddot{\underline{M}}$ + 46,792 $\dot{\underline{S}}$) wurde von *Thomson*, 1804, entdeckt, und wird bereitet, wenn man durch trockene Schwefelblumen ($\underline{S}$) so lange trockenes Muriumdoppelsäuregas leitet, als noch etwas auf-

genommen wird. — Dasselbe erscheint als granatrothe Fl. von 1,620 Dichtheit, rauchet stark an der Luft, riechet höcht unangenehm und erstickend, zum Theil auch wie lange zur See gewesene Waaren, und zugleich nach der Muriumdoppelsäure, schmeckt sehr sauer und zugleich erhitzend und bitter, röthet nicht das trockene Lackmus und lässt sich schon bey + 64° C. überdestilliren.

Durch Wasser wird diese Verbindung in wässerige Muriumsäure, in schwefligte Säure und in $\underline{\dot{S}}$ zersetzt. Mit Azotsäure geht sie unter Aufbrausen in wässerige Murium- und Schwefelsäure über. — Sie ist fähig das Phosphoroxydul aufzulösen, und nimmt auch 1 At. $\underline{\dot{S}}$ auf; mit welchem sie eine braungelbe Auflösung von 1,687 Dichtheit (nach *Dumas*) bildet, die gleichfalls durch Wasser in schwefligte Säure und $\underline{\dot{S}}$ zerfällt.

[Diese Auflösung wurde bisher gleichfalls als eine gesetzmässige chem. Verbindung angesehen, und als Chlorschwefel im Min. des Schwefels aufgeführt. In eine Formel gebracht würde sie $= \underline{\dot{S}} + \underline{\dot{S}} + \underline{\ddot{M}}$ seyn, was allen Gesetzen widerspricht.

3) *Schwefeloxyd mit Bromsäure.* Das *bromsaure Schwefeloxyd* (*Bromas sulfuricus*) (Bromschwefel, Bromum sulfuratum) muthmasslich $= \underline{\ddot{S}}\underline{\dddot{B}}r$, erhielt *Löwig*, durch unmittelbare Verbindung der Bromdoppelsäure mit $\underline{\dot{S}}$ als eine dem $\underline{\ddot{S}}\underline{\dddot{M}}$ analoge Fl.; die sich wie jene Verbindung verhielt, eben so auch $\underline{\dot{S}}$ auflösen konnte, und mit siedendem Wasser in wässerige Bromsäure, $\underline{\dot{S}}$ und Schwefelhydrogengas zerfiel. (*Löwig*, das Brom 56.)

4) *Schwefeloxyd mit Jodsäure.* Das *jods. Schwefeloxyd* (*Jodas sulfuricus*) (Jodschwefel, Jodum sulfuratum) muthmasslich $= \underline{\ddot{S}}\,\underline{\ddot{I}}$, durch Zusammenschmelzen von $\underline{\dot{S}}$ mit Joddoppelsäure erzeugt, erscheint als graue, strahlige, glänzende Masse, schmilzt bey + 55° C. und ist im Wasser unauflöslich.

5) *Schwefeloxyd mit Schwefelboron.* Das *Schwefeloxyd-Schwefelboron* (Schwefel-boron) erhielt *Berz.*, als er Boron

in Schwefeldampf erhitzte, als eine weisse undurchsichtige Substanz, welche im Wasser mit Heftigkeit in Schwefelhydrogengas und Boronsäure zerfiel. (*Pogg.* Ann. II, 145.)

6) *Schwefeloxyd mit Schwefelsubhydroidul.* Das *Schwefeloxyd-Schwefelsubhydroidul* = $\underline{S}\underline{H} + \ddot{\underline{S}}$ = 414,810 ist isolirt noch nicht bekannt. Es entstehet aber, wenn man Schwefeloxyd-2fach-Schwefelkalium (s. B. II., §. 737 das Schwefeloxyd-Kaliumoxyd-Schwefelsubhydroidulhydrat) im Wasser auflöset; wobey es sich mit 4 At. des letztern auf entsprechende Weise zersetzt, und aus $(K\underline{S}^2 + \ddot{\underline{S}}^2) + 4$ Aqu., $\dot{K}\ddot{S}^2 + (SH + \dot{H})^2$ wird.

7) *Schwefeloxyd mit Schwefelhydroidul.* Das *Schwefeloxyd-Schwefelhydroidul* (*Schwefelhydrogengas*, *Schwefelwasserstoffgas*, *Schwefellebergas*, *hepatische Luft*, *Gas hydrogenium sulfuratum*) (Hydrothionsäure, Acidum hydrothionicum) = $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$ = 427,289 = (70,483 $\ddot{\underline{S}}$ + 29,517 $\underline{S}\underline{H}^2$) wurde von *Scheele*, 1772, entdeckt, von *Gay-Lussac* und *Thenard* näher untersucht. — Es findet sich natürlich vor in den Schwefelquellen, aus welchen es häufig ausdünstet, wird durch Fäulniss schwefelhaltiger organischer Substanzen häufig in Morästen, Cloaken u. s. w. entbunden und auch künstlich erzeugt.

[Diese Verbindung wurde bisher von den Chemikern als eine directe Verbindung von $\underline{S}$ und $\underline{H}$ angesehen, und nach der chloristischen Ansicht Hydrothionsäure genannt. — In die Categorie der normalen Säuren kann sie jedoch keinesweges aufgenommen werden, denn wenn sie sich gleich mit Basen verbinden lässt, so zeiget sie doch nicht jene Sättigungscapacität, die sich aus ihrer Atomzahl berechnet. Sie sättiget vielmehr gerade so viel Basis, als der Sättigungscapacität des darin enthaltenen $\ddot{\underline{S}}$ entspricht. Das vorhandene $\underline{S}\underline{H}^2$ haftet also, ohne sättigend auf die Basis zu wirken, gerade so am $\ddot{\underline{S}}$, wie das $\dot{\underline{P}}$ an der $\ddot{\underline{P}}$ in der sogenannten unterphosphorigten Säure (§. 598). Diese Verbindung entspricht also gleichfalls dem Typus der org. Natur.]

α) Darstellung: Irgend ein Schwefeloxyd-Schwefelmetall, z. B. das Schwefeloxyd-Schwefeleisen = $\underline{Fe}\underline{S} + \ddot{\underline{S}}$ wird mit

einer verdünnten Säure, z. B. Schwefelsäure, übergossen, und das sich entbindende Gas über heissem Wasser oder über gesättigter Küchensalzauflösung pneumatisch aufgefangen. Dabey wird 1 At. $\underline{\text{Fe}}\underline{\text{S}} + \ddot{\underline{\text{S}}}$ mit 2 At. $\dot{\underline{\text{H}}}\ddddot{\underline{\text{S}}}$ dergestalt zersetzt, dass sich 2 At. $\underline{\text{O}}$ (aus dem Wasser) mit 1 At. $\underline{\text{Fe}}$ zu Eisenoxydul = $\ddot{\underline{\text{Fe}}}$ vereinigen, und dieses dann mit 2 At. $\ddddot{\underline{\text{S}}}$ zu schwefels. Eisenoxydul = $\ddot{\underline{\text{Fe}}}\ddddot{\underline{\text{S}}}^2$ verbunden wird, während 1 At. $\underline{\text{S}}$ mit 2 At. $\underline{\text{H}}$ zu $\underline{\text{SH}}^2$, und dieses mit dem $\ddot{\underline{\text{S}}}$ zu $\underline{\text{SH}}^2 + \ddot{\underline{\text{S}}}$ zusammentritt.

[Enthält das $\underline{\text{Fe}}\underline{\text{S}} + \ddot{\underline{\text{S}}}$ überschüssiges Eisen, so wird das Gas mit freyem $\underline{\text{H}}$gas verunreinigt. Hat man zu rasch operirt, so kann dasselbe auch etwas übergespritzte Säure enthalten; was aber vermieden wird, wenn man das Gas vor dem Auffangen durch etwas Wasser streichen lässt.

Man kann dieses Gas auch durch Zersetzung der sogenannten Schwefellebern (§. 619, Anm.) mittelst Säuren gewinnen, aber es wird, wenn jene noch carbons. Alkali enthalten, mit Carbonsäure verunreinigt. — Auch entsteht es, wenn $\underline{\text{S}}$ anhaltend im $\underline{\text{H}}$gas bis zum Verdampfen erhitzt wird, jedoch nur langsam und in geringer Menge. Ferner beym Auflösen der Schwefeloxyd-Schwefelmetalle der Alkalimetalloide, wobey es jedoch zugleich an die Alkalien gebunden wird (§. 628).

Die Verunreinigung mit $\underline{\text{H}}$gas zeigt sich, wenn das Gas von wässerigen Alkalien absorbirt wird, indem das $\underline{\text{H}}$gas zurückbleibt. Beygemischte Carbonsäure verräth sich durch Trübung des Kalkwassers.]

β) Eigenschaften: Farbloses, nach faulen Eyern riechendes, und eben so aber zugleich auch schwach säuerlich und bitterlich schmeckendes Gas, dessen Dichtheit (d. d. atm. Luft = 1) (nach *Gay-Lussac* und *Thenard*) = 1,1912, und dessen Lichtbrechungsvermögen (nach *Dulong*) = 2,187 gefunden wird. Zum Athmen ist es ganz untauglich, denn schon in geringer Menge der Luft beygemischt, erzeugt es Schwindel, Ohnmachten und hartnäckige Entzündungen der Respirationswerkzeuge, und als grössere Beymischung den Tod durch Schlagfluss, und vielen Thieren ist schon ein Minimum desselben tödtlich. Es kann das Verbrennen

anderer Substanzen nicht unterhalten, ist aber selbst entzündlich und verbrennet mit blauer Flamme. — Es röthet nicht das Veilchenpigment, wohl aber das Lackmus.

Unter einem Drucke von 17 Atm. sah *Faraday* dieses Gas in eine wasserhelle, wie Aether agile, tropfbare Fl. übergehen; die bey + 10° C. noch flüssig blieb, aber nach Eröffnung der zugeschmolzenen Röhre augenblicklich die Gasform annahm.

Vom Wasser wird das $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$gas (nach *Gay-Lussac* und *Thenard*) mit dem 3fachen, vom Alkohol (nach *Saussure*) mit dem 6fachen Vol. absorbirt; die letzte Auflösung erleidet aber schon beym Aufbewahren eine Veränderung des Geruches, die auf Zersetzung schliessen lässt Die wässerige Auflösung (*hepatisches Wasser*, wässerige Hydrothionsäure) verändert sich nicht.

γ) Zersetzung: *a*) Beym Durchtreiben durch glühende Porzellanröhren, durch elektr. Entladungen und im Kreise starker galv. Ketten, wobey ein kleiner Antheil in $\underline{H}$gas und $\dot{\underline{S}}$ zerfällt; *b*) durch Verbrennung an der Luft, in Wasser, $\dddot{\underline{S}}$ und $\dot{\underline{S}}$; mit dem halben Vol. $\underline{O}$gas gemischt, bloss zu Wasser und $\dot{\underline{S}}$; mit 1 ½ Vol. $\underline{O}$gas zu Wasser und $\dddot{\underline{S}}$; *c*) durch oxygenreiche Substanzen die $\underline{O}$ abgeben und mit $\underline{H}$ Wasser bilden können. So zerfallen damit viele Metalloxyde, einige in gemeiner, andere in höherer Temp. in Wasser und sogenannte Schwefelmetalle; indem die Hälfte des $\underline{H}$ mit dem $\underline{O}$ der Metalloxyde Wasser bildet, während das Metall mit dem $\underline{S}$ zu Schwefelmetall, und dieses mit dem $\ddot{\underline{S}}$ zu (M = Metall) $\underline{M}\underline{S} + \ddot{\underline{S}}$ wird; *d*) durch viele Metallsalze, deren Oxyde aus ihrer Verbindung mit den Säuren gerissen und auf gleiche Weise damit zersetzt werden; *e*) durch hochoxydirte Säuren und Doppelsäuren. Conc. Schwefelsäure erzeugt damit $\dddot{\underline{S}}$, $\dot{\underline{S}}$ und Wasser; schwefligte Säure, Wasser und $\dot{\underline{S}}$; Muriumdoppelsäure, nach der Menge, $\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{M}}$ und $\dot{\underline{S}}$ oder $\dddot{\underline{S}}\underline{M}$; *f*) durch Metalle, deren viele $\underline{H}$gas ausscheiden und auf ihrer Oberfläche in sogenannte Schwefel-

metalle übergehen. — Kalium und Sodium machen hierin die Ausnahme, indem sie zugleich die Hälfte des $\underline{H}$ aufnehmen. Die merkwürdigste Zersetzung endlich erfolgt *g*) wenn das $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$ in die wässerige Auflösung der Alkalien geleitet wird; denn es entstehen dabey eigenthümliche Doppelsalze aus Schwefeloxyd-Metalloxyden mit Schwefelhydroidulhydrat (s. §. 628).

Die wässerige Auflösung insbesondere verliert beym Erhitzen schnell das ganze Gas, sie lässt schon durch Einwirkung der Luft, indem Wasser entsteht, $\dot{\underline{S}}$ fallen, und erleidet auch alle übrigen Zersetzungen wie das Gas.

δ) Anwendung: Als sehr wichtiges *Reagens* und *Scheidemittel für Metalle.*

[Das Gas oder die wässerige Auflösung fället aus den wässerigen Auflösungen der Metallsalze (Chromoxyd und Titansäure ausgenommen) alle Metalle als Schwefelmetalle, seltener auch als Verbindungen des Oxydes mit $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$ (s. oben *γ*), mit der Ausnahme jedoch, dass die Auflösungen des Manganoxyduls, Zinkoxydes, Kobaltoxydes, Eisenoxyduls und Eisenoxydes neutral seyn müssen, weil ihre sauren Salze nicht gefällt werden. Diese Niederschläge besitzen auch oft eine sehr verschiedene Farbe, wornach also die Natur des gefällten Metalls meistens erkannt werden kann. So wird z. B. Wismuth und Molybdän schwarzbraun, das Zink weiss, das Arsenik und Cadmium gelb, das Manganoxydul fleischroth, das Antimon orange, das Zinnoxydul braun, das Zinnoxyd gelb, das Eisenoxydul und Bleyoxyd schwarz gefällt. Wo zwey verschiedene Metalle gleichen Niederschlag geben, müssen dann weitere Unterscheidungsmittel helfen. So bereitet man z. B. das Reagens auf Bley, indem man die wässerige Auflösung des $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$ mit etwas Weinsäure versetzt, damit diese die Fällung des etwa beygemengten Eisens verhüthe. — Die *Pharm. austr.* schreibt zur Darstellung dieses Reagens (*Hahnemann's Weinprobe, Liquor probatorius Hahnemanni, Liquor hydrosulfureticus acidulus, Aqua sulfurato-acidula*) vor: 1 Th. Schwefelkalk mit 1 Th. Weinsäure und 64 Th. destillirten Wassers in einer wohl verschlossenen Flasche zu mischen, und die durch Ruhe geklärte und decantirte Fl. mit 1 Th. Weinsäure zu versetzen. — Diese Reaction auf Bley ist überhaupt

eine der empfindlichsten. Schreibt man mit der Auflösung von essigs. Bleyoxyd auf ein Blatt Papier, und legt es auf der ersten Seite eines dicken Buches ein, und auf die letzte ein anderes Blatt, welches mit Schwefelleberauflösung getränkt ist, so findet man die Schrift nach 24 Stunden braun.

Als Scheidemittel wird dieses Reagens oft angewendet, wenn eine Fl. von einem darin enthaltenen Metall befreyt werden soll, ohne dass irgend ein wirksames Agens anderer Art hinzukommen darf. — Oft kann man auch aus der Auflösung, die mehrere Metalle enthält, eines nach dem andern fällen, wenn das Reagens im gasförmigen oder liquiden Zustande nur in kleinen Mengen hinzugefügt wird.

8) Die ferneren Verbindungen kommen in der Folge noch vor.

3. *Verbindungen der schwefligten Säure.*

§. 620. Die schwefligte Säure (= $\ddot{\underline{S}}$) verbindet sich mit vielen gleich hoch zusammengesetzten Substanzen. Mit den Basen insbesondere bildet sie die *schwefligtsauren Salze* (*Salia sulfurosa*), und bewährt dabey eine Sättigungscapacität = 24,929.

Diese Salze werden meistens durch Sättigung der Basehydrate oder Zersetsung carbonsaurer Salze durch einströmendes schwefligtsaures Gas, die unauflöslichen insbesondere am besten im Wege doppelter Wahlverwandtschaft dargestellt. — Unter den neutralen Salzen dieser Säure sind nur die des Ammoniaks und des Kalium- und Sodiumoxydes im Wasser und im Alkohol auflöslich, die sauren sind es alle. Sie sind alle geruchlos, und die auflöslichen besitzen einen scharfen schweflichen Geschmack. — Sie werden zersetzt: *a*) durch Hitze, wobey die der feuerfesten Alkalien, $\dot{\underline{S}}$ verlierend, in freye Basis und schwefels. Salz, oder bey Luftzutritt bloss in das letztere übergehen, die übrigen aber Säure fahren lassen, während im Rückstande Metall oder Metalloxyd, selten auch Schwefelmetall oder schwefels. Salz gefunden wird; *b*) durch Erhitzung mit Hydrogengas, Kohle, Metalloiden, Metallen, die desoxydiren,

wirken, so dass die Salze in Schwefelmetalle übergehen; *c*) durch stärkere Säuren, unter Ausscheidung der schwefligten Säure mit Aufbrausen; *d*) durch Kochen mit Wasser und Schwefel, wobey schwefligtsaures Gas entweicht, und schwefligtsaure Schwefeloxydul-Metalloidoxyde entstehen; *e*) durch Schwefelhydrogengas eben so.

Die schwefligts. Salze sind sehr geneigt sich höher zu oxydiren, und entziehen nicht selten andern Körpern das Oxygen. So z. B. der atm. Luft, dem $\dddot{\underline{A}}$gas, der $\ddot{\underline{A}}$ und $\underline{A}$ der $\underline{M}\,\underline{M}^5$, ja selbst einigen Metalloxyden und ihren Salzen; welche sie sämmtlich desoxydiren, indem sie selbst in schwefels. Salze übergehen.

Die Verbindungen der schwefligten Säure mit org. Substanzen insbesondere (§. 610, δ) werden weiterhin (B. III.) noch vorkommen.

Einzelne Verbindungen der schwefligten Säure:

1) *Schwefligte Säure mit Wasser.* Das *Hydrat der schwefligten Säure* (*schweflichtsaures Hydrogenoxyd*, *Sulfis hydricus*) = $\underline{H}\ddot{\underline{S}}$ = 513,645 = (78,102 $\ddot{S}$ + 21,898 $\dot{\underline{H}}$) ist zuverlässig zwar noch nicht nachgewiesen; doch darf man annehmen, dass es existire, und vielleicht schon das gewöhnliche schwefligtsaure Gas, wenn es aus wasserhältigen Substanzen bereitet oder durch Wasser geleitet wird, ein solches Hydrat sey. — Lässt man das feuchte schwefligts. Gas in ein bis auf — 10 bis — 15° C. erkältetes Gefäss einströmen, so entstehen (nach *de la Rive*) blätterige Krystalle, die 4/5 ihres Gewichtes Wasser enthalten, also nebst dem Hydratwasser auch noch Krystallwasser. — Dieses Gas hat überhaupt eine grosse Verwandtschaft zum Wasser, daher schmilzt auch ein Stück Eis schnell in demselben. Wird es in Wasser geleitet, so absorbirt dieses (nach *Saussure*) bey 18° C. das 43,75fache seines eigenen Vol. und stellt damit die *wässerige schweflichte Säure* (ehemahls *Spiritus sulfuris per campanam paratus* genannt) dar. Der Alkohol absorbirt eben so das 115,75fache seines

Vol. — Die vollkommen gesättigte wässerige Säure enthält, nach *Thomson*, bey 0,04 ihres Gewichtes trockene Säure, und zeigt eine Dichtheit = 1,04 bis 1,05. — Sie besitzt den Geruch und Geschmack, so wie die chem. Eigenschaften der gasförmigen Säure.

Wird die wässerige Säure erhitzt, so entweicht die Säure gasförmig und hinterlässt das Wasser. Der Luft ausgesetzt absorbirt sie langsam Oxygen und geht in Schwefelsäure über. — Sie findet in der *Bleichkunst* wie die gasförmige Säure ihre Anwendung.

2) *Schwefligte Säure mit Azothydroidul.* Diese Verbindung ist zwar isolirt nicht dargestellt, scheint aber in einer höhern Verbindung vorzukommen (§. 634).

3) *Schwefligte Säure mit Schwefelcarbon.* Das *schwefligtsaure Schwefelcarbon* (*Schwefelkohlenstoff*, *Schwefelalkohol*, *Carboneum sulphuratum*) wurde, 1796, von *Lampadius* entdeckt. Die Zusammensetzung ist wahrscheinlich = $\underline{C}\underline{S}^2 + \dddot{\underline{S}}^2 = 1057{,}534 = (75{,}868\ \dddot{\underline{S}} + 24{,}132\ \underline{C}\underline{S}^2)$; nach den Resultaten der bisherigen Analysen wird indessen 1 At. $\underline{O}$ weniger angegeben, und in diesem Falle würde diese Verbindung höher zusammengesetzt und zwar = $(\underline{C}\underline{S}^2 + \dddot{\underline{S}}^2) + (\underline{C}\underline{S}^2 + \dddot{\underline{S}}^2)$ seyn.

α) Darstellung: Man erhält diese Verbindung: *a*) wenn man in einer Porzellan- oder gusseisernen Röhre Holzkohle zum Glühen bringet, und durch Hitze in Dampfgestalt versetztes $\underline{S}$ (gemeinen Schwefel) darüber leitet; oder *b*) wenn man Schwefelkies oder Schwefelkupfer oder Schwefelantimon (welches letztere jedoch weniger gibt) mit ¼ ausgeglühter Holzkohle in einer irdenen oder Porzellanretorte der Destillation unterwirft. Das Destillat wird in beyden Fällen über etwas muriums. Calciumoxyd abgezogen, und dadurch vom Wasser und überschüssigen $\underline{S}$ befreyt.

β) Eigenschaften: Wasserhelle, farbenlose, sehr dünne, sehr ekelhaft, etwas nach faulen Eyern riechende, scharf stechend, auch ein wenig gewürzhaft schmeckende Fl. von

einer Dichtheit = 1,263 (nach *Cluzel*). Es bricht das Licht = 1,645 (nach *Wollaston*) (in Dampfform nach *Dulong* = 5,110), gefriert auch bey — 52° C. noch nicht, ist ungemein flüchtig, verdampft an der Luft (in Folge der Verwandtschaft zu derselben) mit starker Wärmeabsorption (so dass auf dem Wasser schwimmende Tropfen dieses oft zum Gefrieren bringen), erzeugt beym Verdampfen im luftleeren Raume die heftigste Kälte (S. 203), siedet (nach *Berz.* und *Marcet*) schon bey 45,5° C., und ist sehr entzündlich.

Es ist unauflöslich im Wasser, aber auflöslich in Alkohol, Aether und Oehlen, und löset auch umgekehrt, den Campher, Schwefel, Phosphor u. s. w. auf. — Ist zur Erzeugung höherer Verbindungen geneigt (§. 631).

γ) Zersetzung: *a*) Durch Berührung mit Luft und Wasser. Schon beym Aufbewahren unter Wasser, wenn auch Luft in der Flasche ist, zerfällt es langsam in Carbon- und Schwefelsäure; *b*) durch Leitung seiner Dämpfe über glühende Metalloxyde, in Schwefelmetall, carbons. und schwefligts. Gas, aber kein Wasser; *c*) durch gleiches Verfahren mit Metalloidoxyden, in Schwefelmetall und carbons. Salz; *d*) durch gleiches Verfahren mit wenig Kupfer, wobey es unter Erzeugung von Schwefelkupfer in eine rosenrothe Fl. übergeht, die weniger Schwefel zu enthalten scheint; *e*) durch Verbrennung. Es fängt schon bey einiger Annäherung der Flamme Feuer, und verbrennt mit blauer Flamme und sehr starker Hitze zu Carbon- und schwefligter Säure; *f*) durch wässerige feuerfeste Alkalien, in Schwefelhydrogen und Carbonsäure; *g*) durch wässeriges Ammoniak, in Schwefelhydrogen, Carbonsäure und Schwefelblausäure; *h*) durch mit Ammoniak gesättigten Weingeist, in Xantogensäure.

4) *Schwefligte Säure mit Schwefeloxyden* (§. 622.)

4. *Verbindungen der Schwefelsäure.*

§. 621. Die Schwefelsäure (= $\ddot{\underline{S}}$) verbindet sich wie

andere Säuren mit gleich hoch zusammengesetzten Körpern. Mit den Basen insbesondere erzeugt sie eine eigenthümliche Reihe von Salzen, die *schwefelsauren Salze* (*Salia sulfurica*) (wenn sie Metalloxyde enthalten oft auch *Vitriole* genannt), und zeiget dabey eine Sättigungscapacität = 19,96. — Diese Salze entstehen *a*) durch Sättigung der wässerigen Säure mit Basen; *b*) durch einfache und doppelte Wahlverwandtschaft; *c*) durch Einwirkung der conc. oder mit Wasser verdünnten Säure auf metallische Substanzen; wobey diese im ersten Falle auf Kosten eines Theils der Säure (die dann als schwefligte Säure entweichet) oxydirt, und mit einem andern Theile der Säure verbunden werden; während im zweyten Falle die Oxydation des Metalls auf Kosten des Wassers erfolgt (§. 133) und s. w.; *d*) durch Oxydation der Schwefelmetalle, die man zu dem Ende entweder unter Einfluss der Atm. röstet, oder mit Azotsäure (oder andern leicht desoxydirbaren Substanzen) so lange behandelt, bis unter Zersetzung der Azotsäure u. s. w. das Schwefelmetall zum schwefelsauren Salze oxydirt worden ist.

Die schwefels. Salze können im neutralen, basischen und sauren Zustande vorkommen. Die erstern bestehen durch sehr starke Verwandtschaft, und sind bis auf wenige im Wasser auflöslich; und einige derselben zerfallen im Wasser in basische und saure Salze. Die sauren sind alle im Wasser auflöslich, die basischen nicht. — Man erkennt die Anwesenheit dieser Salze in den Auflösungen durch einige Tropfen der Auflösung von Baryum- oder Bleyoxydsalzen; die darin einen weissen Niederschlag von schwefels. Baryum- oder Bleyoxyd erzeugen, welcher in Azotsäure unauflöslich ist. Jene beyden *Reagentien* dienen daher auch am besten *auf Schwefelsäure*.

Die schwefels. Salze werden zersetzt: *α*) durch Hitze, die aus den Metalloxydsalzen, je nach den vorwaltenden Verwandtschaft, und je nachdem sie auch Wasser enthalten,

die Säure bald als Schwefelsäurehydrat, bald in überschwefelsaure schwefligte Säure, freye schwefligte Säure und Ogas zerfällt, austreibt; während bas. Salz, Oxyd, oder auch ein höher oxydirtes Oxyd im Rückstande bleibt. — Das Ammoniaksalz insbesondere zerfällt dabey zum Theil in saures Salz und schwefligts. Ammoniakhydrat; die Salze der Alkalimetalloidoxyde werden nicht zersetzt; β) durch Erhitzung mit Phosphor- oder Boronsäure, oder Siliciumoxyd, welche die Schwefelsäure austreiben, die aber auch wieder in gemeiner Temperatur von der Schwefelsäure ausgeschieden werden; γ) durch Erhitzung mit Kohle oder andern oxydirbaren Körpern, als Hydrogengas, Boron, Phosphoroxydul, Kalium, Sodium, Antimon, Zinn, Mangan, Zink, Eisen u. s. w.; wobey allemahl, indem sich diese Substanzen oxydiren, die Schwefelsäure, und oft auch die Salzbasis desoxydirt, und nach Verschiedenheit der einwirkenden Stoffe und Dauer der Erhitzung, entweder (bey metallischen Salzen) Schwefelmetalle, oder (bey Salzen der Alkalien) Schwefellebern, oder (wenn Schwefel oder Phosphor angewendet wird) indem S̈ entweicht, Salze mit andern Säuren gebildet werden, oder (wie bey den erdigen Metalloidoxyden) Ṡ entweicht, und die Salzbasis zurückbleibt, oder; wenn der zersetzende Körper ein feuerfestes Oxyd bildet, mit diesem ein anderes Salz, oder Doppeloxyd erzeugt wird; δ) im Wege doppelter Wahlverwandtschaft durch alle Bley- und Baryumoxydsalze; ε) durch Einwirkung organischer Substanzen auf die sehr verdünnte Auflösung dieser Salze, wobey sie in sogenannte Schwefelhydrogensalze übergehen (§. 628).

[Ueber die letzte Art der Zersetzung lese man *Kastner's* Abhandlung in dessen Archiv der Naturlehre I, 360].

Verbindungen der Schwefelsäure im Einzelnen.

1) *Schwefelsäure mit Wasser.* Das *Schwefelsäurehydrat* (*schwefels. Hydrogenoxyd*, *Sulfas hydricus*) (*concentr. Schwefelsäure*, *englische Schwefelsäure*, *englisches Vitriolöhl*,

Acidum sulfuricum concentratum) $= \dot{\underline{H}}\overset{::}{\underline{S}} = 613,645$ $= (81,671\ \overset{::}{\underline{S}} + 18,329\ \dot{\underline{H}})$ ist erst in neuerer Zeit als solches erkannt worden, und wird immer künstlich dargestellt. Mit vielem Wasser verdünnt, findet sich dasselbe in einigen vulkanischen Quellen vor.

a) Darstellung: Die Gewinnung des $\dot{\underline{H}}\overset{::}{\underline{S}}$ lässt sich durch unmittelbare Verbrennung des $\dot{\underline{S}}$ nicht bewerkstelligen; weil dieses dabey nicht weiter als bis zu $\ddot{\underline{S}}$ oxydirt wird. Es wird daher immer auf die Art gewonnen, dass man das schwefligtsaure Gas mit azotigter oder unterazotigter Säure in Gasform und mit Wasserdampf zusammen bringet; wobey die $\overset{\cdots}{\underline{S}}$ jenen Azotsäuren so viel Oxygen entziehet, dass sie in $\overset{\cdots}{\underline{A}}$gas übergehen, dadurch aber selbst zur $\overset{::}{\underline{S}}$ oxydirt und zugleich mit $\dot{\underline{H}}$ zu $\dot{\underline{H}}\overset{::}{\underline{S}}$ verbunden wird.

[Dieses Verfahren wurde zuerst von *Roebuck* (1746) in Schottland in, aus gewalztem Bley gebauten, grossen Kammern, *Bleykammern*, im Grossen durchgeführt. Die älteste Methode beruhet darauf, dass man das gepulverte $\dot{\underline{S}}$ mit $1/8$ oder $1/10$ seines Gewichtes azotsauren Kaliumoxydes ($= \ddot{\underline{K}}\,\overset{\vdots\vdots}{\underline{A}}^{2}$) gemengt, in der Bleykammer (in eisernen Kesseln, die über dem Niveau des Wassers stehen) verbrennt, die an ihrer Grundfläche etwas Wasser enthält, und übrigens mit atm. Luft erfüllt ist. Die Verbrennungsproducte sind $\overset{\cdots}{\underline{S}}$gas, $\overset{\cdots}{\underline{A}}$gas und zurückbleibendes schwefels. Kaliumoxyd. Das $\overset{\cdots}{\underline{A}}$gas wird aber in Berührung mit der Luft, Oxygen aufnehmend, sogleich in $\overset{::}{\underline{A}}$ oder $\overset{.:.}{\underline{A}}$ umgewandelt, und dann wieder von der schwefligten Säure dergestalt zersetzt, dass $\overset{\cdots}{\underline{A}}$gas und $\overset{::}{\underline{S}}$ entstehen, und diese letztere sogleich mit dem in der Luft verdampften Wasser, zu $\dot{\underline{H}}\overset{::}{\underline{S}}$ vereinigt, in schweren Dämpfen oder Tropfen zu Boden sinket. Es findet sich sodann in einer solchen Kammer am Boden wässerige Schwefelsäure und in der Luft, atm. Luft, freyes $\dot{\underline{A}}$gas, und $\ddot{\underline{A}}$gas, und es ist klar, dass eine neue Menge von $\ddot{\underline{S}}$gas, welches entweder noch vorhanden war, oder durch Verbrennung erst erzeugt wird, mit den vorhandenen Agentien (atmosph. Luft, $\ddot{\underline{A}}$gas und Wasserdampf) wiederholt $\dot{\underline{H}}\overset{::}{\underline{S}}$ erzeugen wird, und, dass dieses so lange fortgeht, als noch unzersetzte atm. Luft vorhanden ist; die, zur wiederholten Umbildung des $\overset{\cdots}{\underline{A}}$gases in $\overset{::}{\underline{A}}$ oder $\overset{.:.}{\underline{A}}$, $\underline{O}$ ab-

geben kann. Ist aber endlich die atm. Luft ganz zersetzt, so muss die Kammer mittelst zweyer Klappen ventilirt, und mit frischer Luft gefüllt werden; damit der Process neuerdings fortgesetzt werden kann. — Zuletzt wird die am Boden vorfindige verdünnte wäss. Schwefelsäure, wenn sie bereits eine Dichtheit = 1,15 bis 1,2 erlangt hat, in einer Bleypfanne bis zur Dichtheit = 1,500 abgedampft, und hierauf in gläsernen oder platinenen Retorten so lange destillirt, als noch Wasser übergehet; woranf die noch rückständige conc. Säure fertig ist.

Bey dieser Operation ist der grösste Vortheil in der Ersparung der kostspieligsten Zuthat, d. i. der höheren Azotoxyde zu suchen. Aus diesem Grunde nimmt man so wenig azots. Kaliumoxyd, und wählt möglichst grosse Bleykammern; weil man weiss, dass auch eine sehr geringe Menge $\dddot{\underline{A}}$gas, indem sie den vorhin angezeigten Cyklus unendliche Mahle wiederholt, sehr grosse Quantitäten $\dot{\underline{S}}$ in $\dot{H}\,\ddot{\underline{S}}$ umwandeln kann, und mithin der Verlust kleiner ist, wenn das $\dddot{\underline{A}}$gas zuletzt mit der unbrauchbaren Luft aus der Kammer geschafft werden muss. — In neuerer Zeit hat man in dieser Beziehung mehrere Verbessarungen versucht. — Man hat statt des Zusatzes von azots. Kaliumoxyd, azotigts. Azotsäure in flachen Schalen in die Bleykammer gestellt. Man hat andere chemische Fabricationszweige, bey welchen $\dddot{\underline{A}}$gas, oder $\ddot{\underline{A}}$, oder $\dddot{\underline{A}}$ entbunden wird (z. B. die Darstellung der Zuckersäure), mit der Schwefelsäure-Fabrication vereinigt, um die Azotoxyde ohne Kosten gewinnen, und in die Schwefelkammer leiten zu können. Man hat endlich auch das Wasser, damit es gleichförmiger verbreitet werde, in Dampfgestalt, von Zeit zu Zeit in die Kammern getrieben (vergl. auch §. 632, 1).

Ganz nenerlich hat *Phillips* vorgeschlagen, $\ddot{\underline{S}}$gas mit atm. Luft gemengt, durch eine erhitzte Röhre zu treiben, in welcher Platinschwamm liegt, und die entstandenen Dämpfe zwischen feuchten Kieselsteinen zu verdichten. Es soll dabey sogleich conc. engl. Schwefelsäure abfliessen (*Erdmann's* Journ. XIV, 330) (vergl. auch *Mitscherlich's* Arbeiten in *Schw.* J. LXIII, 312 und 116).]

β) Eigenschaften: Farblose, wasserhelle, öhlähnliche, dickflüssige, geruchlose Flüssigkeit von 1,842 Dichtheit (bey + 17,5° C.); welche ungemein scharf und rein sauer schmeckt (aber schon in kleinen Tröpfchen die Zunge

verletzt), bey — 34° C. gefriert, oft sogar in platten Prismen krystallisirt, und bey + 326° C. siedet, und sich überdestilliren lässt. Sie wirket ungemein heftig auf organische Substanzen; so zwar, dass sie auf der Haut gefährliche Verwundungen erzeugt, und Holz oder andere Pflanzentheile bald durch Verkohlung schwarz färbt.

Sie hat eine sehr grosse Verwandtschaft zum Wasser, zieht daher schon, wenn sie in nicht genau verschlossenen Gefässen aufbewahrt wird, die Feuchtigkeit der Luft an sich, und geht in wässerige Schwefelsäure über. — Wird sie rasch mit Wasser gemischt, so entsteht, in Folge der Wärmecapacitäts-Verminderung, eine so grosse Erhitzung, dass die Gefässe gefährdet werden; diese Mischung muss daher immer mit der Vorsicht geschehen, dass das Wasser zuerst in kreisende Bewegung gebracht, und hierauf die Säure in einem dünnen Strahle hinzugegossen wird.— Die Erhitzung steiget über 100° C., wenn auf solche Weise mit dem ersten Hydrat noch so viel Wasser vermischt wird, als es bereits enthält; weil eine chem. Verbindung des ersten Grades, nähmlich das *zweyte Hydrat der Schwefelsäure*, (*Eisöhl*, *Oleum vitrioli glaciale*) = $\underline{\dot{H}}^2\ \underline{\dddot{S}}$ = 726,125 = (84,510 $\underline{\dddot{S}}$ + 15,490 $\underline{\dot{H}}$) entstehet: welches nach dem Erkalten bis zu 16° C. eine Dichtheit = 1,78 zeiget, also um 0,020 des Vol. verdichtet worden ist, und bey + 4° C. zu regelmässigen Krystallen anschiesset. — Wird diese Verbindung sodann abermahls mit einem Atom Wasser vermischt, so erfolgt das Maximum der Verdichtung (= 0,0714 des Vol., denn die Dichtheit ist nun = 1,632; wesshalb man diese Mischung auch als *drittes Hydrat der Schwefelsäure* = $\underline{\dot{H}}^3 + \underline{\dddot{S}}$ ansehen kann. — Wird endlich diese Flüssigkeit mit noch mehr Wasser verdünnt, so entsteht die *verdünnte* oder *wässerige Schwefelsäure* (*Acidum sulfuricum dilutum*) (*Vitriolspiritus*, *Spiritus vitrioli*); indem dabey nicht mehr Erwärmung, sondern Erkältung, und also Volumsvermehrung erfolgt, weil eine

Verbindung des zweyten Grades gebildet wird (s. §. 200 Anm.). Diese wässerige Säure röthet Lackmus ohne es zu zerstören, schmeckt rein sauer, zerstört nur langsam organische Substanzen, ohne sie zu verkohlen, und lässt bey der Destillation so lange Wasser fahren, bis nur das erste Hydrat im Rückstande ist; welches sodann bey weiterer Steigerung der Temperatur unverändert überdestillirt.

Das $\underline{H}\,\underline{\dddot{S}}$ kann mit saurem schwefels. Bleyoxyd, mit schwefels. Kaliumoxyd, mit kohligen Theilen und vielen andern durch Verwendung unreiner Zuthaten hinzugekommenen Dingen, nahmentlich mit Selen, verunreinigt seyn, oder auch zu viel Wasser enthalten; in welchem Falle es dann gewöhnlich auch etwas Azotsäure und Muriums. (aus unreinem azots. Kal.) enthält. — Um dasselbe reiner darzustellen, wird es daher aus einer reinen Glasretorte in einen (ohne Verkittung) vorgelegten, kalt gehaltenen, Ballon im Sandbade überdestillirt. Dabey geht zuerst das überschüssige Wasser, nebst der Azot- und Muriumsäure über, während zugleich die kohlige Substanz, auf Kosten der Schwefelsäure oxydirt, als Carbonsäure, und mit der dadurch entstandenen $\underline{\ddot{S}}$ entweichet; so, dass zuletzt bey verstärktem Feuer das reine Hydrat, *reine conc. Schwefelsäure*, *rectificirte Schwefelsäure*, *Acidum sulfuricum depuratum*, *Oleum vitrioli purum*, in die gewechselte Vorlage überdestillirt. während die erwähnten Salze im Rückstande bleiben.

[Diese gereinigte Säure kann noch Selen enthalten, welches sich bey der Verdünnung mit Wasser als ziegelrothes Pulver niederschlägt. — Die Dichtheit des Hydrates schreibt die *Pharm. austr.* mit 1,840, die der verdünnten Säure mit 1,090 vor. (Ueber die Verunr. s. *Schw.* J. III, 363; XVIII, 283; XXIII, 313. — *Scheerer* Ann. VI, 1. — *Tromsd.* N. J. III. H. II, 64; IV, H. I, 130.)

Tabellen zur Beurtheilung der Menge der sauren Masse in der wässerigen Säure, nach der Dichtheit, haben mehrere Chemiker entworfen (s. *M.* Handb. II, 759 und *M.* Aräom. I, 66). — *Dal-*

ton hat aber bereits nachgewiesen, dass die Differenz in der Dichtheit bey den höheren Graden der Concentr. viel zu gering ist, als dass sich darnach scharfe Bestimmungen erlangen liessen; dass aber die Differenzen des Siedepunctes bey verschiedener Concentration viel grösser sind, und zu dieser Absicht mehr versprechen. Eine genaue Tabelle über diese Differenzen wird eben jetzt von *Mitscherlich* erwartet.]

γ) Zersetzung: *a*) Durch Erhitzung mit Alkalimetalloidoxyden, wobey Wasser entweichet, und trocknes schwefels. Salz zurückbleibt; *b*) wenn das Hydrat als Dampf durch glühende Porzellanröhren geleitet wird, in $\dddot{\underline{S}}$gas und $\underline{O}$gas nebst Wasserdampf; *c*) durch galv. Elektricität in $\dot{\underline{S}}$ und $\underline{O}$gas; *d*) durch Erhitzung mit $\dot{\underline{C}}$, $\dot{S}$, $\dot{\underline{P}}$, wobey im ersten Falle $\dddot{\underline{S}}$gas, $\dddot{\underline{C}}$ oder $\ddot{\underline{C}}$gas, und oft auch Carbonhydrogengas entstehet; im zweyten bloss $\dddot{\underline{S}}$gas, im dritten unter Entzündung Phosphorsäure gebildet, und $\dot{\underline{S}}$ ausgeschieden wird; *e*) durch Erhitzung mit mehreren leicht oxydirbaren Metallen, indem $\dddot{\underline{S}}$ und schwefels. Salz entsteht (§. 621); *f*) durch Kalium oder Sodium, die schon in gemeiner Temperatur unter Hydrogengasentbindung damit wasserfreyes schwefels. Salz erzeugen.

δ) Anwendung: Sie ist ungemein gross, da das $\dot{\underline{H}}\,\overset{::}{\underline{S}}$ durch seine starke Verwandtschaft zu den meisten Basen, und durch seine Wohlfeilheit eines der allgemeinsten Hülfsmittel des Chemikers ist. — Es dient ausserdem, bald rein, bald verdünnt, als das wichtigste Reagens *auf Baryumoxyd und Bleyoxyd* (§. 621); in der *Heilkunde* als Aetzmittel, und im verdünnten Zustande auch innerlich (wozu aber immer nur das gereinigte Präparat verwendet wird); in der *Färbekunst* als Aetz- und Auflösmittel; dem *Holz- und Beinarbeiter* als färbendes Aetzmittel; dem *Metallarbeiter* zur Reinigung seiner Arbeiten von Oxyden; dem *Ledergerber* zum Schwellen der Thierhäute u. s. w.

2) *Schwefelsäure mit Boronoxyd und Boronsäure.* Conc. Schwefelsäure löset etwas Boronoxyd auf. — Sie haftet

auch an der Boronsäure so fest, dass man wohl eine *schwefelsaure Boronsäure* annehmen kann (§. 569, 1).

3) Die übrigen Verbindungen folgen weiterhin.

5. *Verbindungen der Ueberschwefelsäure.*

§. 622. Sie sind kaum noch erkannt; doch kann man die folgenden aus ihrem Verhalten erschliessen.

1) *Ueberschwefelsäure mit Wasser.* Das *Hydrat der Ueberschwefelsäure*, muthmasslich $= \dot{\underline{H}} + \dddot{\underline{S}} =$ 713,645 ist isolirt nicht dargestellt, scheint aber in einer höheren Verbindung vorzukommen (s. §. 634).

2) *Ueberschwefelsäure mit Azothydroidul.* Die Verbindung ist isolirt nicht dargestellt, kommt aber wahrscheinlich in einer höheren Verbindung vor (§. 634).

3) *Ueberschwefelsäure mit schwefligter Säure.* Die *überschwefelsaure schwefligte Säure* (*Acidum oxysulfurico-sulfurosum*) $= \dddot{\underline{S}} + \dddot{\underline{S}} =$ 1002,330 $=$ (40,023 $\dddot{\underline{S}}$ + 39,977 $\dddot{\underline{S}}$) wurde bisher für reine, trockene oder *wasserfreye Schwefelsäure* gehalten, und auch *asbestähnliche Schwefelsäure* genannt.

a) Darstellung: Sie entsteht allemahl, wenn die Schwefelsäure unter solchen Umständen in Freyheit gesetzt wird, dass sie weder das zur Hydratbildung nöthige Wasser, noch einen andern Körper vorfindet, an den sie gebunden werden könnte; denn da sie für sich allein nicht bestehen kann, so zerfällt sie sogleich in ein höheres und niedrigeres Oxyd, nähmlich in $\dddot{\underline{S}}$ und $\dddot{\underline{S}}$, damit der in der differenten Oxydation gegründete Gegensatz gegeben sey, und eine chemische Verbindung aus beyden entstehen könne: wie bey der Phosphorsäure, Azotsäure u. s. w. (*)

[Man erhält sie daher *a*) (nach *Berzelius*), wenn man 3 Th. frischgeglühtes (also vom Wasser befreytes) schwefels. Sodiumoxyd mit 2 Th. engl. Schwefelsäure ($\underline{H}\ddot{\underline{S}}$) so lange erhitzt, bis bey anfangendem Glühen kein Wasser mehr entweichet, und hierauf die erkaltete Masse sogleich in einer Por-

zellanretorte durch Glühhitze destillirt, und die übergehenden Dämpfe in einer mit Eis umgebenen (nicht verkitteten) Vorlage verdichtet; *b*) wenn man fein gepulvertes Eisenoxyd (*Colcothar vitrioli*) mit engl. Schwefelsäure zum dünnen Breye vermischt, und zur Verjagung des Wassers und der überschüssigen Schwefelsäure so lange bis nicht ganz zum Glühen erhitzt, als noch wäss. Säure übergeht, und hierauf wie bey *a* destillirt; *c*) wenn man schwefels. Eisenoxyd so lange röstet, bis sich schwefligte Säure zu entbinden anfängt, und dann wie vorhin verfährt. In allen diesen Fällen wird hier die $\underline{\dddot{S}}$ an Basen gebunden, und entlässt daher beym ersten Erhitzen einen Theil des Wassers, während bey dem zweyten heftigern Erhitzen endlich auch die Säure losgerissen wird. — Diese hat nun aber zu wenig Wasser, es wird daher nur ein Theil als Hydrat in die Vorlage übergehen können, während der andere auf die vorhin erwähnte Art zerfällt, und die $\underline{\ddot{S}}\,\underline{\dddot{S}}$ erzeugt, die nun mit dem Hydrate verbunden wird. (*)

Dieses Destillat erscheint gewöhnlich braun gefärbt (wahrscheinlich durch Zersetzung organ. Theile), und erstarrt beym Erkalten zur blätterigkrystallinischen spröden Masse. Um daraus die *Schwefeldoppelsäure* (= $\underline{\ddot{S}}\,\underline{\dddot{S}}$) zu gewinnen, wird dieselbe einer sehr gelinden Destillation unterworfen; wo das Schwefelsäurehydrat im Rückstande bleibt, und die Doppelsäure in farblosen durchsichtigen Dämpfen übergehet, und unter den angeführten Vorsichten in einer geräumigen Vorlage verdichtet wird.

Gewöhnlich stellt man diese Doppelsäure durch gelinde Destillation des käuflichen Nordhäuser Vitriolöhls dar; wobey aber eine geringere Ausbeute gewonnen wird. — In geringer Menge wird sie (nach *Gmelin*) auch erhalten, wenn man englische Schwefelsäure anhaltend bis nicht ganz zum Sieden erhitzt.

Nach *Döbereiner* entsteht diese Doppelsäure auch, wenn 2 Vol. trockenes $\underline{\ddot{S}}$gas mit 1 Vol. trockenem $\underline{O}$gas durch eine mit Platinschwamm gefüllte glühende Röhre getrieben wird.]

β) Eigenschaften: Weisse, undurchsichtige, krystallinische, seidenglänzende, wie Asbest biegsame, zähe, schwer zu durchschneidende Masse von 1,970 Dichtheit (nach *Bussy* bey + 20° C.); welche beständig weisse, sehr sauer riechende Dämpfe ausstösst (weil sie das Wasser der Atm.

bindet). — Sie schmilzt bey + 25° C., kommt aber, wie die Temp. nur wenig höher steigt, ins Kochen, und geht dann sehr rasch in Dämpfe über. Sie röthet, wenn sie trocken ist, trockenes Lackmuspapier nicht, und wirket auch nicht auf org. Substanzen, z. B. auf die Finger, so lang sie trocken ist.

γ) Zersetzung: *a*) Wenn sie als Dampf durch eine glühende Porzellanröhre getrieben wird, in $\ddot{\underline{S}}$gas und $\underline{O}$gas; *b*) durch Vermischung mit Wasser, in $\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{S}}$, indem sich das $\underline{O}$ gleichförmig in das $\underline{S}$ theilt. Hat man dabey gerade das zur Hydratbildung dienliche Verhältniss getroffen, so geschieht die Vereinigung unter Feuererscheinung, indem das Hydrat, durch die heftige Wärmeentbindung in Dampf übergehend, die Gefässe zertrümmert; *c*) durch Calcium- oder Baryumoxyd, welche, wenn sie erhitzt vom Dampfe der Doppelsäure getroffen werden, unter Feuererscheinung in schwefels. Salze übergehen; *d*) durch $\dot{\underline{P}}$, welches sich damit bald entzündet und zu $\dddot{\underline{P}} + \dddot{\underline{\underline{P}}}$ verbrennt, während $\dot{\underline{\underline{S}}}$ abgesetzt wird; *e*) durch $\dot{\underline{S}}$, mit welchem sie in Dampfform zusammen geleitet, nach Verhältniss der wachsenden Menge des $\dot{\underline{S}}$ blaue, grüne oder braune, noch nicht näher erforschte Verbindungen erzeugt.

[*Vogel* entdeckte diese drey Verbindungen, von welchen die braune gegen 1 Th. $\dot{\underline{S}}$ 5 Th., die grüne 7 Th. und die blaue 10 Th. trockene Doppelsäure enthält und alle drey Anfangs flüssig sind. — Sie entbinden in der Hitze $\ddot{\underline{S}}$gas, oft auch etwas Doppelsäure, während im Rückstande von der blauen Verbindung bloss Schwefelsäurehydrat (aus der Luft angezogenes Wasser?) von den übrigen auch $\dot{\underline{S}}$ bleibt. — Mit Wasser zerfallen sie unter starker Erhitzung in Schwefelsäure, schwefligte Säure und $\dot{\underline{S}}$. Die blaue Verbindung erzeugt mit Alkalien unter Entweichung von schwefligts. Gas schwefels. Salze. In geräumigen Gefässen entweichet daraus bald schwefligte Säure, während $\dot{\underline{S}}$ zurück bleibt. — Es ist noch nicht entschieden, ob diese Verbindungen bloss directe Auflösungen des $\dot{\underline{S}}$ in der Doppelsäure sind, oder ob das $\dot{\underline{S}}$ bey seiner Aufnahme eine Veränderung erlitten hat.

Was insbesondere die Feuererscheinungen bey *b* und *c* (oben) betrifft, so ist noch zu untersuchen, ob dabey in Folge der heftigen Erhitzung ein Theil des Wassers oder Oxydes zersetzt und wieder verbrannt, oder ob bey der Schnelligkeit des Erfolges aus der Ueberschwefelsäure Oxygen abgeschieden wird, und, ehe es an die schwefligte Säure übergehen kann, die Lichterscheinung hervorbringet?]

6. *Verbindungen der Schwefelhydroide.*

§. 623. Die Verbindungen der Schwefelhydroide sind noch nicht gehörig untersucht, und im isolirten Zustande auch gar nicht gekannt; doch scheint es, dass man in höheren Verbindungen die folgenden annehmen kann.

1) *Schwefelsubhydroidulhydrat* = $\underline{S}\underline{\underline{H}} + \dot{\underline{H}}$ = 226,124.

2) *Schwefelhydroidulhydrat* = $\underline{S}\underline{\underline{H}}^2 + \dot{\underline{H}}$ = 238,604.

3) Schwefelhydroide mit Schwefeloxyd (s. §. 619).

7. *Verbindungen der Schwefelmetalle.*

§. 624. Die grössere Reihe dieser Verbindungen ist bereits früher bey den Verbindungen des Schwefeloxydes abgehandelt worden (§. 619); die mit Metalloxyden werden bey den Metallen vorkommen.

IV. Verbindungen des Schwefels auf der 4. Stufe der Zusammensetzung.

§. 625. Hier finden wir viele Doppelsalze und Hydratsalze der sämmtlichen Schwefelsäuren und Schwefeloxyde, viele mehrfach zusammengesetzte Schwefelverbindungen u. s. w.

1. *Verbindungen des Schwefeloxydhydrates.*

§. 626. *Schwefeloxydhydrat mit Ammoniak.* **Die Verbindung aus beyden ist isolirt noch nicht bekannt, scheint aber in höhern Zusammensetzungen vorzukommen.**

2. *Verbindungen des muriums. Schwefeloxydes.*

§. 627. Es sind bereits folgende Verbindungen des muriumsauren Schwefeloxydes bekannt:

1) *Muriumsaures Schwefeloxyd mit muriumsaurer Carbonsäure.* Das *muriumsaure Carbonsäure-Schwefeloxyd* (Sauerstoff-Chlor-Schwefel-Kohlenstoff) $= \ddddot{\underline{C}}\,\ddot{\underline{M}}^2 + (\ddot{\underline{S}}\ddot{\underline{M}})^2 = 2625,804$ $= (47,15\ \ddddot{\underline{C}}\ddot{\underline{M}}^2 + 52,846\ \ddot{\underline{S}}\ddot{\underline{M}})$ wurde von *Berz.* und *Marcet*, 1812, entdeckt und dargestellt, indem man schwefligtsaures Schwefelcarbon mit feuchtem Muriumdoppelsäuregas in Berührung liess, oder auch 1 Th. schwefligtsaures Schwefelcarbon drey Monathe lang in einem offenen Gefässe der Wirkung von 16 Th. sehr starken Königswassers aussetzte.

Die Verbindung erschien als eine dem Campher ähnliche farblose krystallinische Masse von scharfem, dem des muriums. Schwefeloxydes ähnlichen Geruch, und scharfem, brennenden, hintenher saurem Geschmacke, röthete nicht das trockene, wohl aber das feuchte Lackmus, schmolz schon in geringer Wärme, liess sich sublimiren, und zerfiel mit Wasser in die Hydrate der Carbonsäure, Muriumsäure und unterschwefligten Säure.

2) *Muriumsaures Schwefeloxyd mit muriums. Phosphoroxyd.* Das *muriums. Schwefeloxyd-Phosphoroxyd* (Chlor-Phosphor-Schwefel), wahrscheinlich $= \ddot{\underline{S}}\ddot{\underline{M}} + (\dot{\underline{P}}\ddot{\underline{M}})^2$ wurde von *Serullas*, 1829, entdeckt und dargestellt, indem er muriumsaure phosphorigte Säure mit Schwefelhydrogengas vermischte und die Verbindung durch Destillation reinigte. Sie war durchsichtig, farblos, tropfbarflüssig, aromatisch und ein wenig schwefelig riechend, rauchte an der Luft, kochte bey + 125° C., und wurde durch feuchte Luft und Wasser unter Fällung von $\dot{\underline{S}}$ und Entbindung dichter Dämpfe zersetzt (*Pogg.* Ann. XVII, 165).

3) *Muriumsaures Schwefeloxyd mit Ammoniak.* Das *muriumsaure Schwefeloxyd-Ammoniak* (Chlorschwefel-Ammoniak), muthmasslich $= \ddot{\underline{S}}\ddot{\underline{M}} + (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}})$ sah *Thomson* als eine feste, nach Verhältniss gelbe oder purpurrothe Substanz entstehen, als er Ammoniakgas in muriums. Schwefeloxyd leitete. — *Grouelle* bestreitet diese Verbindung, die

jedoch in einer noch höhern Verbindung (§. 636) vorzukommen scheint.

3. *Verbindungen der Schwefeloxyd-Metalloxyde.*

§. 628. Die aus $\underline{\ddot{S}}$ und Metalloxyden bestehenden, aber isolirt noch nicht gekannten Salze besitzen eine grosse Neigung mit dem $\underline{SH}^2 + \underline{\dot{H}}$ eigenthümliche Doppelsalze zu erzeugen, die man *Schwefeloxyd-Schwefelhydroidulhydratsalze* nennen kann.

[Man hat diese Verbindungen bisher *Schwefelhydrogensalze* (*hydrothionsaure Salze*) genannt, weil man darin das $\underline{\ddot{S}}$ wie das $\underline{SH}^2$ (nicht aber das $\underline{\dot{H}}$) in eins zusammenfasste und als Säure betrachtete (s. S. 717, *g*).]

α) Darstellung: Man erhält diese Doppelsalze *a*) wenn das gasförmige $\underline{SH}^2 + \underline{\ddot{S}}$ (Schwefelhydrogengas) in im Wasser aufgelöste Alkalien geleitet wird, wobey das $\underline{\ddot{S}}$ mit dem Alkali (z. B. $\underline{\ddot{K}}$) verbunden wird, und zugleich das $\underline{SH}^2$ Wasser aufnimmt und sich mit jenem Salze vereinigt; *b*) wenn man das kein überschüssiges $\underline{\dot{S}}$ enthaltende Schwefeloxyd-Schwefelmetall eines Alkalimetalloides, z. B. das $\underline{KS} + \underline{\ddot{S}}$ in Wasser auflöset, welches dabey mit 3 At. $\underline{\dot{H}}$ auf die Art zerfällt, dass $\underline{\dot{K}\ddot{S}} + (\underline{SH}^2 + \underline{\dot{H}})$ oder Schwefeloxyd-Schwefelhydroidulhydrat = Kaliumoxyd entstehet; *c*) durch doppelte Wahlverwandtschaft, indem eines dieser Doppelsalze in ein anderes umgewandelt wird.

β) Eigenschaften: Diese Doppelsalze werden nur von wenigen Basen gebildet, und zwar hauptsächlich von den Alkalien. Sie erzeugen sich nicht mit Alumium-Zirkonium-Siliciumoxyd, und mit den meisten Oxyden der schweren Metalle; indem bey jedem Versuche zu ihrer Darstellung nur Schwefeloxyd-Schwefelmetalle (Schwefelmetalle) entstehen. Von den schweren Metalloxyden hat man bisher nur das Mangan-Zink-Zinnoxyd und vielleicht das Eisenoxydul in diese Verbindung eingehen sehen. — Diese Doppelsalze können auch im basischen und neutralen Zustande vorkommen. Die neutralen entstehen dann, wenn

entweder ein basisches Salz mit mehr $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$ zusammen kommt, oder ein Schwefeloxyd-Schwefelmetall durch Wasser zersetzt wird, welches die doppelte Schwefelmenge enthält, z. B. im früher (α) erwähnten Falle das $\underline{K}\underline{S}^2 + \ddot{\underline{S}}^2$. — Die Doppelsalze der Alkalien und Erden sind farblos, im Wasser auflöslich, einige auch krystallisirbar. Sie reagiren, da sie nur durch schwache Verwandtschaft bestehen, alkalisch, schmecken scharf und bitter, riechen an der Luft in so fern nach faulen Eyern, als sie durch die Carbonsäure der Luft zersetzt werden, wirken auch ätzend auf die Haut, und sind fähig in der erhitzten wässerigen Auflösung viel $\dot{\underline{S}}$ aufzunehmen. Die Doppelsalze der schweren Metalloxyde hingegen sind unauflöslich im Wasser, aber auflöslich in der wässerigen Auflösung der Alkalidoppelsalze, mit welchen sie noch höher zusammengesetzte Salze (5. Stufe) erzeugen.

Diese Salze gehören übrigens zu den *maskirten Doppelsalzen*, d. h. es tritt darin nur das $\ddot{\underline{S}}$ als passiver, das Oxyd neutralisirender Factor auf (wie in den analogen phosphorigtsauren Phosphoroxydul-Metalloxyden (§. 598, 1), während das $\underline{S}\underline{H}^2$ durch Wasser neutralisirt wird: so zwar, dass sie eigentlich aus Schwefeloxyd-Metalloxyd und hydrogensaurem $\underline{S}\underline{H}^2$ zusammengesetzt sind, und nahmentlich das oben erwähnte Salz (β) im bas. Zustande $= \dot{K}\ddot{\underline{S}} + (\underline{S}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}})$, im neutralen hingegen $= \dot{K}\ddot{\underline{S}}^2 + (\underline{S}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}})^2$ erscheint. Maskirt oder schwer zu erkennen sind solche Salze hauptsächlich desswegen, weil bey ihrer Zersetzung durch Säuren das $\ddot{\underline{S}}$ sogleich mit dem $\underline{S}\underline{H}^2$ zu $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$ zusammentritt.

[Man hat diese Salze bisher hydrothiousaure, schwefelwasserstoffsaure Salze (Salia hydrothionica) genannt, indem man das darin vorkommende $\ddot{\underline{S}}$ und $\underline{S}\underline{H}^2$, weil sie nach der Abscheidung durch Säuren vereinigt erscheinen, als eine eigene Säure ansah (§. 619, 7), und das zur Constitution dieser Salze erforderliche Wasser gänzlich ausser Acht liess.

γ) Zersetzung: *a*) Durch Erhitzung mit Ausschluss der

Luft, in Wasser und Schwefeloxyd-Schwefelmetalle. Die Verbindungen der Alkalimetalle, nahmentlich des $\ddot{\underline{K}}$, insbesondere können aber auch auf die Art zerfallen, dass unter Entweichung von $\underline{H}$gas sogenannte Hydrothion-Schwefelmetalle (§. 619, 6) entstehen; *b*) durch Einwirkung der Luft, wobey sie durch Absorbtion des $\underline{O}$ zuerst, indem ein Theil des $\underline{S}\underline{H}^2$ in Wasser und $\dot{\underline{S}}$ zerfällt, in bas. Salze übergehen und zugleich das $\dot{\underline{S}}$ auflösen, späterhin aber in schwefligts. Schwefeloxydul-Alkalien (§. 630), und endlich in schwefels. Salze umgewandelt werden; *c*) durch oxygenreiche desoxydirbare Körper, die ähnliche Erfolge erzeugen; *d*) durch Säuren, selbst die schwächsten, die das Metalloxyd binden, und sowohl das $\ddot{\underline{S}}$ als das $\underline{S}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}$ abscheiden, von welchem letztern aber wieder das $\underline{S}\underline{H}^2$ das $\dot{\underline{H}}$ verlässt, und mit den $\ddot{\underline{S}}$ zu $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$ vereinigt wird und als Gas entweichet.

[Wird im zuletzt angeführten Zersetzungsfalle (*d*) statt einem normalen Doppelsalze dieser Art ein solches verwendet, welches man anstatt aus einem normalen Schwefeloxyd-Schwefelmetall aus einem mit überschüssigem Schwefeloxydul, d. i. aus einer sogenannten Schwefelleber (§. 619, Anm.) durch Behandlung mit Wasser bereitet hat, so wird natürlich nebst dem $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$ auch das überschüssige $\dot{\underline{S}}$ ausgeschieden und gefällt (§. 619, Anm.). Unter günstigen Umständen kann es aber hierbey geschehen, dass das $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$ mit dem eben sich ausscheidenden $\dot{\underline{S}}$ eine lose Verbindung des zweyten Grades eingehet, die bald mehr oder weniger fest bald öhlähnlich flüssig erscheint, je nachdem sie mehr oder weniger $\dot{\underline{S}}$ enthält.

Diese Verbindung erhält man am besten, wenn die conc. wässerige Auflösung der sogenannten Kalischwefelleber in kleinen Portionen in wässerige Muriumsäure eingetröpfelt wird, die mit 2 Th. Wasser verdünnt und lauwarm ist, und anhaltend geschüttelt wird. Diese Vorsichten sind nöthig, damit durch das Uebermass der Säure sowohl das $\dot{\underline{S}}$ als das $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$ rasch und gleichzeitig ausgeschieden werden und ihre Vereinigung erfolgen kann. Der Versuch misslingt daher auch, wenn man die Säure in die Schwefelleberauflösung tröpfelt. (✱)

Die gesuchte und von *Scheele* entdeckte Verbindung sammelt sich bey wohlgetroffenem Verhältniss bald am Boden des

Gefässes in Gestalt eines gelblichen öhlähnlichen Fluidums (oder auch zähe oder fest, wenn zu viel Gas entweichen konnte), welches schwerer ist als Wasser, schwach nach faulen Eyern riechet, erwärmend und bitter schmeckt, auf die Haut ätzend wirket, und unter stechender Empfindung weisse Flecken erzeugt (wahrscheinlich weil hier das $\dot{\underline{S}}$ im aufgelösten Zustande wirksam auftritt). Diese Verbindung ist sehr zersetzbar, und zerfällt schon beym Aufbewahren, und schneller beym Erhitzen in $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$ und $\dot{\underline{S}}$. Sie verbrennt mit blauer Flamme, und zerfällt schon bey der Berührung mit vielen Körpern, als mit Kohle, Gold, Platin u. s. w. in $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$ und $\dot{\underline{S}}$; mit Gold- oder Silberoxyd erfolgt sogar Feuererscheinung. Mit Kaliumoxydhydratauflösung in Berührung gebracht, entstehet augenblicklich eine Verbindung desselben mit $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$, während $\dot{\underline{S}}$ ausgeschieden wird.

Nach diesen Umständen möchte man wohl schliessen, dass diese Substanz bloss eine Verbindung des zweyten Grades aus $\dot{\underline{S}}$ mit $\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}}$ sey, und man wird in dieser Meinung nur noch mehr bestärkt, wenn man erfährt, dass man darin durch die Analyse gegen 1 At. $\underline{H}$ 5 At. $\dot{\underline{S}}$ fand; ein Verhältniss, welches zu keiner normalen Zusammensetzung reducirt werden kann.

Man hat indessen diese Verbindung dennoch als eine energisch-chemische angesehen, und *Hydrogenschwefel*, *Schwefelwasserstoff im Max. des Wasserstoffs* (hydrothionige Säure) *Hydrogenium persulfuratum* genannt. Und eben so hat man auch jene Auflösungen, aus welchen durch Säuren der sogenannte Hydrogenschwefel abgeschieden werden kann, für hydrothionigsaure Salze gehalten, in der gewagten Voraussetzung, dass sie wirklich an Alkali gebunden die hydrothionige Säure als solche enthalten, obwohl sie vielleicht nur erst bey der Zersetzung durch Säuren gebildet wird. — Ist diese Substanz wirklich eine constante Verbindung, so wäre es auch möglich, dass sie $\underline{S}\underline{H} + \ddot{\underline{S}}$ (§. 619, 6) enthielte (vergl. *Thenard's* Aus. in *Schweigg*. J. LXIV, 231).]

4. *Verbind. des Schwefeloxyd-Schwefelhydroiduls.*

§. 629. Das Schwefeloxyd-Schwefelhydroidul (Schwefelhydrogengas) scheint unzersetzt nur in folgende Verbindungen eingehen zu können.

1) *Schwefeloxyd-Schwefelhydroidul mit Ammoniak.* Das *Schwefeloxyd-Schwefelhydroiduls Ammoniak* (*Schwefelhydrogen-Ammoniak*, hydrothionsaures Ammoniak, hydrothionsaures Schwefel-

ammoniuum, Ammoniacum hydrothionicum) = $\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + (\underline{S}\underline{H}^2 + \ddot{\underline{S}})$ = 641,764 entsteht, wenn man gleiche Vol. Ammoniakgas und Schwefeloxyd-Schwefelhydroidul (Schwefelhydrogengas) in erkalteten Gefässen zusammen treten lässt, oder bis zur Sättigung einen Strom von Schwefeloxyd-Schwefelhydroidulgas in conc. wässeriges Ammoniak leitet.

[Die Sättigung erkennet man durch eine Auflösung des schwefelsauren Magniumoxydes, die weiss gefällt wird, so lang noch freyes Ammoniak vorhanden ist. — Diese Verbindung entsteht auch, wenn man Ammoniakgas mit Schwefeldämpfen durch eine glühende Röhre treibt, aber immer mit einer andern Verbindung (§. 635) vermischt.]

Diese Verbindung erscheint, im ersten Wege erzeugt, in farblosen, in Wasser und Alkohol auflöslichen Nadeln und Blättchen, die sich schon in gemeiner Temp. sublimiren; im zweyten Wege als wässerige Auflösung. Sie riecht durchdringend nach ihren beyden Bestandtheilen, löset mehrere Schwefeloxyd-Schwefelmetalle unter Entbindung von Schwefeloxyd-Schwefelhydroidulgas auf, und ist so ungemein zersetzbar, dass sie schon an der Luft bald gelb wird, und wie es scheint, in das sogenannte Schwefelammonium (§. 655) übergeht.

[Sie dient als ein empfindliches *Reagens auf Metalle*, Schwefelmetalle erzeugend.]

2) Aus *Schwefeloxyd-Schwefelhydroidul mit irgend einem Carbonhydroidhydrate*, scheint eine eigenthümliche, nach faulen Eyern riechende, brennbare, und durch Muriumdoppelsäuregas zerstörbare Gasart zu bestehen; die bey der Darstellung des schwefligtsauren Schwefelcarbons als Nebenproduct, und auch bey der Destillation der trockenen Schwefelleber mit Kohlenpulver entbunden wird, und zuerst von *Scheele* bemerkt, und *Schwefelkohlenstoffgas* genannt worden ist. Man hat darin $\underline{S}$, $\underline{C}$ und $\underline{H}$ gefunden.

3) Aus *Schwefeloxyd-Schwefelhydroidul* und einer Modifi-

cation des Phosphoroxyd-Phosphorhydroids (oder Phosphorhydroidhydrates) scheint jene Gasart zusammengesetzt zu seyn, die *Brugnatelli phosphorhaltiges Schwefelwasserstoffgas* nannte, und erhielt, als er ein Gemenge von 1 Th. $\dot{\underline{P}}$, 3 Th. Schwefelkalium (?), 18 Th. Calciumoxydhydrat und 6 Th. Wasser destillirte, und das sich entbindende Gas durch Kalkwasser leitete. Es war brennbar, aber nicht an der Luft entzündlich, unauflöslich im Wasser und fällte die Auflösungen der Metallsalze.

5. *Verbind. des Hydrates der schwefligten Säure.*

§. 630. Man kennet folgende Verbindungen desselben etwas näher:

1) *Hydrat der schwefligten Säure mit Schwefeloxydulhydrat.* Das *schwefligtsaure Schwefeloxydulhydrat* (*unterschwefligte Säure* oder *Acidum subsulfurosum*, noch früher *geschwefelte schwefligte Säure*, auch *Schwefeloxyd* genannt), muthmasslich = $\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{S}} + (\dot{\underline{S}}\dot{\underline{H}})$ = 827,190 = (62,083 $\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{S}}$ + 37,917 $\dot{\underline{H}}\dot{\underline{S}}$), wurde von *Gay-Lussac* entdeckt.

Diese Verbindung ist isolirt gar nicht darstellbar. Sie entsteht in der Flüssigkeit, wenn man die wäss. Auflösung eines durch Schwefeloxydulhydrat maskirten schwefligtsauren Salzes (s. weiter unten) durch Eintröpfeln einer stärkeren Säure zeretzt. Dabey wird z. B. das Kaliumoxydsalz dieser Art = $\dot{\underline{K}}\ddot{\underline{S}}^2 + (\dot{\underline{S}}\dot{\underline{H}})^2$ durch 2 At. Schwefelsäure auf die Art zersetzt, dass $\dot{\underline{K}}\dddot{\underline{S}}^2$ entstehet, und die ausgeschiedene $\ddot{\underline{S}}$ Wasser aufnimmt, und mit den 2 At. $\dot{\underline{S}}\dot{\underline{H}}$ sich vereinigend, 2 At. $\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{S}} + \dot{\underline{S}}\dot{\underline{H}}$ erzeugt. Die Anwesenheit dieser Verbindung gibt sich durch einen sauren, herben, sehr bittern Geschmack, und dadurch zu erkennen, dass sie aus dem azotsauren-Mercuroxydul und Silberoxyd sogenannte Schwefelmetalle fället. — Sie existirt indessen nur momentan; denn in wenigen Augenblicken schon fällt das Schwefeloxydul als solches nieder, während die $\ddot{\underline{S}}$ im Wasser aufgelöst bleibt.

Diese Verbindung wird von allen feuerfesten Alkalien dergestalt zersetzt, dass sich die $\ddot{\underline{S}}$ mit dem Alkali verbindet, und dieses Salz mit dem $\dot{\underline{S}}$hydrat zum Doppelsalze vereinigt wird, also maskirte Doppelsalze, *schwefligtsaure Schwefeloxydul-Alkalien*, entstehen.

[Man hat diese Verbindung in neuerer Zeit für eine eigenthümliche Säure, *unterschwefligte Säure*, gehalten, und mit $\underline{S}^2 + \underline{O}^2$ oder $\dot{\underline{S}}$ bezeichnet; indem man voraussetzte, dass dieselbe als solche in den maskirten schwefligtsauren Salzen vorkomme (s. oben). Diess verstösst aber gegen die Verbindungsgesetze, vermöge welchen der active Factor nur mit 1 At. in der Verbindung vorkommen darf. Zudem ergibt sich die Sättigungscapacität dieser Substanz durch Rechnung, sobald sie auf 1 At. $\underline{S}$ reducirt, also beyläufig auf die Hälfte herabgesetzt wird, viel grösser als sie wirklich ist, da nur die $\ddot{\underline{S}}$, nicht aber auch das $\dot{\underline{S}}$ gegen die Basen sättigend wirket. — Es findet also hier derselbe Fall Statt, wie bey den analogen Verbindungen der phosphorigten Säure mit $\dot{\underline{P}}$ (§. 598, 1) und des $\ddot{\underline{S}}$ mit dem $\underline{S}\underline{H}^2$ (§. 628).

Die durch Zersetzung dieser Verbindung mittelst Alkalien (s. oben) entstehenden maskirten Doppelsalze entstehen auch, wenn man die wäss. Auflösung eines schweflichtsauren Salzes mit $\underline{S}$ kocht, oder ein sogenanntes hydrothionsaures Salz mit schwefligter Säure mischet u. s. w. — Sie wurden bisher, indem man wie bey der analogen Verbindung der phosphorigten Säure (§. 630, 1) verfuhr, als *unterschwefligtsaure Salze* (*Salia subsulfurosa*) aufgeführt; was sich indessen, wie dort aus eben angeführten Gründen nicht bewährt.]

2) *Hydrat der schwefligten Säure mit Ammoniak.* Das *schwefligtsaure Ammoniakhydrat* (*Sulfis ammonicus*, *Ammoniacum sulfurosum*) muthmasslich $= (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + \dot{\underline{H}}\ddot{\underline{S}} = 728{,}120$, wird durch unmittelbare Verbindung erzeugt, und erscheint in durchsichtigen farblosen Prismen oder Pyramiden, welche kühlend, stechend und schweflig schmecken, in gleichen Theilen Wassers von + 12° C. mit starker Erkältung auflöslich sind, an der Luft Feuchtigkeit anziehen, und in schwefels. Salze übergehen, und beym Erhitzen etwas Ammoniak verlieren, und dann als *saures Salz* aufsublimiren.

6. *Verbindungen des schwefligts. Schwefelcarbons.*

§. 631. Ueber die Frage, ob überhaupt das schwefligtsaure Schwefelcarbon höhere Verbindungen erzeugen kann, ohne selbst zersetzt zu werden, walten mancherley Zweifel ob. Indessen finden sich auch Andeutungen auf folgende Verbindungen.

1) *Schwefligtsaures Schwefelcarbon mit Schwefeloxyd-Schwefelhydroidul.* Die Verbindung aus beyden wurde von *Zeise* entdeckt, und von *Berz. Kohlenschwefelwasserstoffsäure* (*Hydrothio-Carbonsäure, Rothsäure*) genannt. — Sie wird folgendermassen dargestellt. Man sättiget wasserfreyen Alkohol mit Ammoniakgas, und löset in dieser Flüssigkeit (in einer wohlverstopften Flasche) schwefligtsaures Schwefelcarbon (Schwefelalkohol) auf. Es entstehet durch Zersetzung des schwefligtsauren Schwefelcarbons eine neue Verbindung, die krystallinisch niederfällt, und zuerst mit Alkohol, und dann mit Aether ausgewaschen wird. Diese Verbindung ist der Angabe nach ein hoch zusammengesetztes Salz, welches als Basis das Ammoniak, und als passiven Factor das sogenannte Schwefelcarbon und die sogenannte Hydrothionsäure (also schwefligtsaures Schwefelcarbon + Schwefeloxyd-Schwefelhydroidul) enthält. Um die sogenannte Kohlenschwefelwasserstoffsäure daraus abzuscheiden, wird dieselbe mit verdünnter Schwefel- oder Muriumsäure übergossen; wobey sich eine öhlartige rothbraune Flüssigkeit ausscheidet, die mit viel Wasser übergossen, und dadurch gewaschen, die gedachte Säure im reinen Zustande darstellt.

Diese Substanz erscheint als rothbraune, durchscheinende, öhlähnliche Flüssigkeit; die eigenthümlich und nach Schwefeloxyd-Schwefelhydroidul riechet, mit Bleysalzen rothe, mit Mercuroxydsalzen gelbliche, sich bald schwärzende Niederschläge erzeugt, und nicht in Wasser, wohl aber in Murium- und Schwefelsäure auflöslich ist. — Sie soll nach den vorliegenden Angaben aus 1 At. Schwe-

feloxyd - Schwefelhydroidul (Hydrothionsäure) und 1 At. schwefligtsaurem Schwefelcarbon (Schwefelalkohol) zusammengesetzt seyn. — Sie röthet Lackmus, und zersetzt sich bald, sie mag unter reinem oder saurem Wasser seyn.

[Sie besitzt hinreichende Verwandtschaft zu den Basen, um aus den carbons. Alkalien die Carbonsäure auszutreiben, und erzeugt mit den Basen eigenthümliche Salze, die man *kohlenschwefelwasserstoffsaure Salze* genannt hat. — Man erhält diese Salze theils durch unmittelbare Einwirkung der Säure auf reine oder carbons. Alkalien, theils auf dem Wege, der eben für das Ammoniaksalz angezeigt wurde, theils durch doppelte Wahlverwandtschaft, theils durch Auflösen des schwefligtsauren Schwefelcarbons in der wäss. Auflösung der sogenannten hydrothionsauren Alkalien. (*Schw.* J. XXXV, 173; XLI, 98).

Erwägt man indessen, welche Veränderung die sogenannte Hydrothionsäure (Schwefeloxyd - Schwefelhydroidul) bey der Vereinigung mit Basen erleidet (§. 619, 7, γ, g); so wird man veranlasst in der Kohlenschwefelwssserstoffsäure keine eigenthümliche Säure, sondern nur eine Verbindung aus schwefligtsaurem Schwefelcarbon und Schwefeloxyd - Schwefelhydroidul zu erkennen; welche zwar mit Ammoniak ein Salz der 5. Stufe bilden kann, aber beym Zusammentreffen mit feuerfesten Basen dergestalt zerfällt, dass dabey eine Verbindung aus zwey maskirten Doppelsalzen entstehet: deren eines ein Schwefeloxydsalz und durch Schwefelhydroidulhydrat ($= \underline{S}\overline{\underline{H}}^2 + \dot{\underline{H}}$) maskirt ist (§. 619 a. a. O.), während das andere aus einem schwefligtsauren Salze bestehet, welches durch Schwefelcarbonhydrat ($= \underline{C}\,\underline{S}^2 + \dot{\underline{H}}$) maskirt wird.]

2) *Schwefligtsaures Schwefelcarbon mit Ammoniak.* Das *schwefligtsaure Schwefelcarbon - Ammoniak* (*Schwefelkohlenstoff - Ammoniak*) entsteht als gelbes krystallinisches Pulver, wenn man Ammoniakgas in schwefligtsaures Schwefelcarbon leitet. Es zerfällt nach *Berz.* mit Wasser in Carbonsäure, Schwefelhydrogengas und Ammoniak.

7. *Verbindungen des Schwefelsäurehydrates.*

§. 632. Dasselbe bildet ohne Zweifel mehrere Hydratsalze, und ausserdem folgende Verbindungen anderer Art:

1) *Schwefelsäurehydrat mit dem Hydrate der unterazotigten Säure.* Das *Schwefelsaure-Unterazotigtsäure-Hydrat* (nach *Berz.*) = $\overset{::}{\underline{A}}\overset{::}{\underline{S}}^4$ = 2481,696 (ohne Wasser, ohne welches sie jedoch nicht entsteht) wird gebildet: *a*) wenn man 4 Vol. Azotoxydgas mit 1 Vol. $\underline{O}$gas auf conc. Schwefelsäure wirken lässt; *b*) wenn man schwefligtsaures und azotigtsaures Gas im wenig feuchtem Zustande zusammentreten lässt; *c*) wenn sich die Dämpfe der rauchenden Schwefelsäure mit rauchender Azotsäure begegnen.

Diese Verbindung erscheint als feste, weisse, krystallinische Masse; welche in gelinder Wärme schmilzt, in diesem Zustande 1,831 Dichtheit besitzt, beym Erkalten wieder erstarrt, bey + 133° C. in entweichendes $\dddot{\underline{A}}$gas und zurückbleibende schwefelsaure Azotsäure zersetzt wird, und auch durch Wasser in $\dddot{\underline{A}}$gas, $\ddot{\underline{A}}$gas und Schwefelsäurehydrat zerfällt, welches etwas Azotsäure enthält.

[Diese Verbindung ist merkwürdig, weil ihre Entstehung auch die Theorie zur Bildung der engl. Schwefelsäure (§. 621, 1) begründet.]

2) *Schwefelsäurehydrat mit Azotsäurehydrat.* Das *schwefelsaure Azotsäurehydrat* entsteht auf dem eben angeführten Wege (s. vorhin). Es lässt sich durch Destillation nicht in die zwey Säuren trennen, uud besitzt eine Dichtheit = 1,94 bis 1,96.

3) *Schwefelsäurehydrat mit Fluorboronsäure.* Concentrirte Schwefelsäure absorbirt ihr 5ofaches Vol. fluorboronsaures Gas, und stellt damit eine stark rauchende, klebrige Flüssigkeit dar; die, mit Wasser gemengt, ein weisses Pulver fallen lässt, welches noch zu untersuchen ist.

4) *Schwefelsäurehydrat mit Ammoniak.* Das *schwefelsaure Ammoniak-Hydrat* (*Sulfas ammonicus*, *Ammoniacum sulfuricum*, *Sal ammoniacum secretum Glauberi*, *Glaubers geheimer Salmiak*) = (($\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}$, $+ \dot{\underline{H}}\dddot{\underline{S}}$) + Aqu. = 940,598 = (53,281 $\dddot{\underline{S}}$ + 22,802 ($\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}$)

$+ 23{,}917\ \dot{\underline{H}}$) findet sich natürlich in vulkanischen Gegenden, theils in dem Wasser der Seen, theils als tropfsteinartiger Absatz (*Mascagnin*), und auch in geringer Menge im Flatterusse vor. Künstlich wird es dargestellt, indem man die Schwefelsäure entweder unmittelbar mit Ammoniak, oder auch im Grossen mit dem, durch die trockene Destillation organischer Substanzen erhaltenen, unreinen wässeserigen carbons. Ammoniak (§. 559, 2) sättiget, oder dieses Letztere durch Gyps (schwefels. Calciumoxyd) im Wege doppelter Wahlverwandtschaft unter stetem Umrühren zersetzt, und in allen Fällen die filtrirte Flüssigkeit durch Abdampfen zur Krystallisation bringet, und wenn sie mit brenzlichem Oehle verunreinigt ist, das Salz gelinde röstet und umkrystallisirt.

Es erscheint in 6seitigen Prismen oder Nadeln, schmeckt scharf und bitter, verwittert an der Luft wenig, ist in 2 Th. kalten und 1 Th. heissen Wassers auflöslich, verknistert in der Hitze Wasser verlierend, und gehet endlich, indem auch Ammoniak entweicht, in *saures Salz* über.

Das *saure Salz* $= (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}) + \dddot{\underline{S}}^2$ krystallisirt in rautenförmigen Blättern oder Schuppen, schmecket scharfsauer, röthet Lackmus und ist in 2 Th. kalten Wassers auflöslich.

8. *Verbind. des Ueberschwefelsäurehydrates.*

§. 633 [a]). Man kennet bis jetzt die folgende:

1) *Ueberschwefelsäurehydrat mit Schwefeloxydhydrat.* Das *überschwefelsaure Schwefeloxyd - Hydrat* (bekannt unter dem Nahmen der *Unterschwefelsäure*), wahrscheinlich $= \dot{\underline{H}}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{S}} + \dot{\underline{H}}\,\ddot{\underline{S}} = 1127{,}290 = (63{,}306\ \dot{\underline{H}}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{S}} + 36{,}694\ \dot{\underline{H}}\ddot{\underline{S}})$ wurde von *Gay-Lussac* und *Welter*, 1819, entdeckt und dargestellt: indem man höchst fein geriebenen Braunstein (wahrscheinlich Manganoxydhydrat) mit Wasser aufschwemmte, und einen Strom von $\ddot{\underline{S}}$gas in das Gemenge leitete, und zugleich durch äussere Erkältung das Stei-

gen der Temperatur verhinderte (weil sonst nur schwefels. Manganoxydul entstehet). Bey dieser Operation wird ein Theil der $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{S}}$ auf Kosten des Manganoxydes und mit demselben zu überschwefelsaurem Manganoxydul $= \ddot{\underline{M}}n\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{S}}^2$, und verbindet sich zugleich mit dem gleichzeitig entstandenen Schwefeloxydhydrate $= \dot{\underline{H}}\,\ddot{\underline{S}}$ zu einem durch $\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{S}}$ maskirten Doppelsalze $= \ddot{\underline{M}}n\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{S}}^2 + (\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{S}})^2$. Die filtrirte Flüssigkeit wird ferner mit einer wäss. Auflösung des Baryumoxydhydrats im Uebermass versetzt, welches Manganoxydul fället, und an dessen Stelle in die Verbindung eingehet (auch wird, wenn schwefels. Manganoxydul entstanden wäre, dieses zersetzt und gefällt). Aus der abermahls filtrirten Flüssigkeit wird sodann durch einen Strom von Carbonsäuregas das überschüssige Baryumoxyd gefällt, und durch Abdampfen und Krystallis. das Doppelsalz rein dargestellt. — Aus diesem endlich wird die gesuchte Verbindung gewonnen, wenn man dasselbe im Wasser auflöset, und mit einer dem Baryumoxyde genau entsprechenden Menge wäss. Schwefelsäure zersetzt, und die vom schwefels. Baryumoxyde abfiltrirte Flüssigkeit zuerst in gelinder Wärme, und dann neben conc. Schwefelsäure im leeren Raume abdampft, bis sie eine Dichtheit = 1,347 erlangt.

[Bey der Behandlung des Manganoxydes mit $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{S}}$ muss die Erhitzung vermieden werden, weil sonst nur schwefels. Manganoxydul gebildet wird, indem $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{S}}$ entweichet. Statt des Baryumoxydes wendet *Berz.* mit Vortheil zur Fällung der wäss. Auflösung sog. Schwefelbaryt an; wo dann auch Schwefelmangan und $\dot{\underline{S}}$ niederfällt.

Man hat diese Verbindung bisher als eine eigene Oxydationsstufe des $\underline{S}$ (Unterschwefelsäure) angesehen, und (das $\dot{\underline{S}}$ als $\underline{S}$ genommen) mit $2S + 5O = \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{S}$ bezeichnet. Diess widerspricht jedoch, sobald die Formel auf 1 At. $\underline{S}$ reducirt wird, nicht nur dem Gesetze der Multipeln; sondern es findet sich sodann auch, dass diese Säure nur halb so viel Basis sättigt, als sie nach der Berechnung der Sättigungscapacität neutralisiren sollte. Sie gehört daher in dieselbe Categorie, wie das $\underline{S} + \underline{S}\underline{H}^2$ (§.619, 7),

die $\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{S}} + \dot{\underline{S}}\dot{\underline{H}}$ (§ 630, 1), und die $\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{P}} + \dot{\underline{P}}\dot{\underline{H}}$ (§. 598, 1) u. s. w. — Aus diesem Grunde werden sodann auch die durch diese Verbindung entstehenden maskirten Doppelsalze, welche bisher unter dem Nahmen der *unterschwefelsauren Salze* (*Salia subsulfurica*) aufgeführt wurden, nunmehr in die Reihe der maskirten Doppelsalze übergehen müssen. — Diese Doppelsalze werden entweder durch unmittelbare Verbindung, oder wie das oben angeführte Manganoxydul- und Baryumoxydsalz erzeugt, sind im Wasser auflöslich, und gehen beym Erhitzen, $\ddot{\underline{S}}$ entlassend, in neutrale schwefels. Salze über.]

Diese Verbindung erscheint als wasserhelle, geruchlose, sehr saure Flüssigkeit, von 1,347 Dichtheit. Sie zerfällt schon beym weitern Abdampfen in entweichende $\ddot{\underline{S}}$ und $\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{S}}$. — Sonst wird sie in gemeiner Temperatur nicht zersetzt durch Azotsäure und Muriumdoppelsäure. Mit Zink und Wasser zusammengebracht, oxydirt sich das Zink auf Kosten des Wassers unter Entbindung von $\underline{H}$gas, ein maskirtes Salz bildend.

9. *Verbindungen der überschwefelsauren schwefligten Säure.*

§. 633. Bis jetzt kennet man nur noch folgende Verbindung dieser Art:

1) *Ueberschwefelsaure schwefligte Säure mit Schwefelsäurehydrat.* Diese Verbindung $= \ddot{\underline{S}}\,\dddot{\underline{S}} + \dot{\underline{H}}\dddot{\underline{S}} = 1615{,}975$ entstehet, wenn die überschwefelsaure schwefligte Säure Gelegenheit findet, allmählich aus der Luft Wasser anzuziehen, und zu zerfliessen. Sie krystallisirt dann schon bey geringer Erkühlung zu blätterigen Krystallen, die in mittlerer Temperatur nicht wieder zerfliessen. Auch scheidet sich dieselbe zuweilen aus sehr starkem *Nordhäuser Vitriolöhl* in solchen Krystallen ab. — Diese durch Säurehydrat maskirte Doppelsäure hat ihrer Zusammensetzung entsprechende Eigenschaften. Sie erhitzt sich daher auch heftiger mit dem Wasser als das $\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{S}}$ und weniger als die wasserfreye Doppelsäure.

[Das *Nordhäuser Vitriolöhl*, die *deutsche Schwefelsäure*, *rauchende Schwefelsäure* (*Oleum Vitrioli*, *Acidum sulfuricum fumans*), ist nichts anderes, als eine Auflösung der angeführten maskirten Doppelsäure, in mehr oder weniger Schwefelsäurehydrat.

Um diese rauchende Säure zu erhalten, röstet man schwefelsaures Eisenoxydul so lange, bis es den grössten Theil seines Wassers verloren hat, und zu schwefelsaurem Eisenoxyd oxydirt worden ist (*calcinirter Eisenvitriol*), und unterwirft dasselbe hierauf durch heftiges Glühen in irdenen Retorten der trockenen Destillation; und zwar mit der Vorsicht, dass die zuerst übergehenden wässerigen Theile (*Spiritus Vitrioli*) die sehr verdünnte Schwefelsäure sind, durch Umtausch der Vorlagen entfernt werden. Die gewaltsam losgerissene Schwefelsäure verbindet sich nun zum Theil mit dem vorhandenen Wasser zu $\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{S}}$; während ein anderer Theil, weil er kein Wasser findet, in $\ddot{\underline{S}}\,\dddot{\underline{S}}$ übergeht, und ein Theil auch in $\ddot{\underline{S}}$gas und $\underline{O}$gas zerfällt. Diese in sehr ausgiebigen Dämpfen sich entbindenden Producte werden in kalt gehaltenen geräumigen Vorlagen gesammelt, in welchen zur Begünstigung der Verdichtung oft auch etwas Wasser oder $\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{S}}$ vorgeschlagen ist. Das $\ddot{\underline{S}}$ und $\underline{O}$gas geht grössten Theils fort. — Im Rückstande bleibt Eisenoxyd mit wenig bas. schwefels. Eisenoxyd (*Colcothar vitrioli*, *Caput mortuum*).

Eine neue Methode beruht darauf, dass man die verwitterten Schwefelbrände, anstatt sie auf Eisenvitriol zu verarbeiten, unmittelbar röstet und destillirt; allein die erhaltene Säure ist gewöhnlich unreiner.

Die rauchende Schwefelsäure erscheint als eine (durch org. Theile) hellbräunliche, öhlähnliche Fl. von 1,860 bis 1,920 Dichtheit; die bey Eröffnung der Gefässe sehr häufige, durch die Feuchtigkeit der Luft weisse Nebel bildende, sauer und erstickend riechende Dämpfe ausstösst, bey 0^0 C. gefriert, bey $+40$ bis 50^0 C. siedet, und schon bey sehr geringer Erwärmung in entweichende Doppelsäure und zurückbleibendes $\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{S}}$ zerfällt. — Mit Wasser erhitzt sie sich heftiger als das $\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{S}}$, und zeigt sich auch in andern Fällen wirksamer, weil sie mehr saure Masse enthält. Mit mehr Wasser vermischt, gehet sie in verdünnte Schwefelsäure über.

Sie findet dieselbe Anwendung wie das $\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{S}}$, und noch eine

mehr, indem sie das alleinige *Auflösmittel für den* im $\dot{H}\underline{\dddot{S}}$ unauflöslichen *Indig* bildet; wodurch sie auch in der *Blaufärberey* eine grosse Rolle spielt. Diese Eigenthümlichkeit verdankt sie ohne Zweifel ihrem Gehalt an Ueberschwefelsäure.]

10. *Verbindungen des überschwefelsauren Azothydroiduls.*

§. 634. **Eine Verbindung des überschwefelsauren $\underline{A}\underline{H}^2$ mit schwefligtsaurem $\underline{A}\underline{H}^2$ scheint in einer höheren Verbindung vorzukommen, die neuerlich von *H. Rose* dargestellt wurde.**

[*Rose* erhielt diese Verbindung, als er in einen Ballon, welcher inwendig mit einem dünnen Anflug von überschwefels. schwefligter Säure ($= \underline{\dddot{S}}\,\underline{\ddot{S}}$) belegt war, sehr langsam (weil bedeutende Hitze entstand) trockenes Ammoniakgas leitete; die an den Seitenwänden sich bildende Verbindung sodann sammelte, so schnell wie möglich (um die Feuchtigkeit abzuhalten) in einem Calcedon-Mörser zu Pulver rieb, und dieses (damit auch die innern, noch sauren Theile gesättigt würden) in einer Flasche unter fleissigem Umschütteln mit Ammoniakgas in Berührung brachte. — (Sollte der Versuch nicht besser gelingen, wenn man den Dampf der $\underline{\dddot{S}}\,\underline{\ddot{S}}$ in einen mit Ammoniakgas gefüllten Ballon leitete? —)

Dieses Salz erschien als lockeres weisses Pulver; wurde an der Luft nicht verändert (ausser wenn es freye Säure enthielt), reagirte nicht sauer, war leicht auflöslich im Wasser, unauflöslich im Alkohol, wurde nur bey Zusatz von Wasser durch Kalium- und Calciumoxydhydrat unter Entbindung von Ammoniak zersetzt, liess mit *conc.* Schwefels. keine $\underline{\ddot{S}}$ fahren, zerfiel beym Erhitzen in saures schwefels. Ammoniak, schwefligts. Ammoniak, Ammoniakgas und schwefligts. Gas. — Von dem schwefels. Ammoniakh. unterschied sich dieses Salz unter andern dadurch, dass die wäss. Auflösung desselben durch muriums. Calcium- oder Strontiumoxyd *nicht* gefällt wurde. Mit muriums. Baryumoxyd entstand wohl ein Niederschlag, doch viel weniger als man erwarten konnte, wenn man voraussetzte, dass das Salz seinen ganzen Schwefel als $\underline{\dddot{S}}$ enthalte.

Rose führt dieses Salz vorläufig als wasserfreyes, schwefelsaures Ammoniak auf. Bedenkt man indessen, dass die $\underline{\dddot{S}}$ auf der zweyten, das Ammoniak $= \underline{A}\,\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}$ aber auf der drit-

ten Stufe der Zusammensetzung stehet, so sieht man nach dem dritten Verbindungsgesetze leicht ein, dass dieses Salz eine höhere Verbindung seyn muss. — Die Combination zeiget auch bald, dass dasselbe entweder ein Gemenge, oder eine höhere Verbindung aus 1 Atm. *überschwefelsaurem und schwefligtsaurem Azothydroidul* = $(\underline{A}\underline{H}^2+\dddot{\underline{S}})+(\underline{A}\underline{H}^2+\ddot{\underline{S}})$ und 2 At. *schwefelsaurem Ammoniakhydrat* = 2 $((\underline{A}\underline{H}^2+\dot{\underline{H}})+(\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{S}}))$ sey; so zwar, dass die Verbindung aus 4 At. Ammoniak und 2 At. überschwefels. schwefligter Säure entstanden, und durch das Wasser von 2 At. Ammoniak 1 At. $\dddot{\underline{S}}\,\ddot{\underline{S}}$ in 2 At. $\dot{\underline{H}}\dddot{\underline{S}}$ umgewandelt worden sey. — Diese Verbindung wird jedenfalls zu wichtigen Aufschlüssen führen. (Man lese den höchst interessanten Bericht in *Pogg.* An. XXXII, 81.)]

11. *Verbind. des Schwefelsubhydroidulhydrates.*

§. 635. Man kennet in Folge der vorliegenden Analysen nur die folgende:

1) *Schwefelsubhydroidulhydrat mit Azotsubhydroidulhydrat.* Das *Schwefel- und Azotsubhydroidul-Hydrat* (*Schwefelammonium*, hydrothionigsaures Ammoniak, *Hydrogenschwefel-Ammoniak*, *Ammonium sulfuratum*) muthmasslich = $(\underline{S}\underline{H}+\dot{\underline{H}})+(\underline{A}\underline{H}+\dot{\underline{H}})$ = 428,121 wurde von *Beguin*, 1608, entdeckt, aber erst von *Boyle*, 1636, näher beschrieben, und von *Berthollet* zuerst, 1796, nach seinen Best. erforscht. —

Man erhält dasselbe: *a*) (nach *Berz.*) wenn man 1 At. Schwefeloxyd-Schwefelkalium = $\underline{K}\underline{S}+\ddot{\underline{S}}$ mit 2 At. muriumsaurem Ammoniakhydrat = 2 $((\underline{A}\underline{H}^2+\dot{\underline{H}})+(\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{M}}))$ der trockenen Destillation unterwirft. Es erfolgt dabey eine tumultuarische Zersetzung, in Folge deren 1 At. muriums. Kaliumoxyd = $\dot{\underline{K}}\ddot{\underline{M}}^2$ im Rückstande bleibt, während 2 At. der gesuchten Verbindung = 2 $((\underline{S}\underline{H}+\dot{\underline{H}})+(\underline{A}\underline{H}+\dot{\underline{H}}))$ in die kaltgehaltene Vorlage übergehen.

[Nimmt man statt des $\underline{K}\underline{S}+\ddot{\underline{S}}$, Schwefelleber, die mit überschüssigem $\dot{\underline{S}}$ versetzt ist, so gehet ein Theil des letztern mit über, und das Präparat ist dann mit $\dot{\underline{S}}$ verunreinigt. Man kann diese Verbindung übrigens auch durch Destillation eines Ge-

menges von 1 Th. Ṡ mit 2 Th. Calciumoxyd und 2 Th. muriums-Ammoniakhydrat erhalten, indem man in der Vorlage etwas Wasser vorschlägt.]

Diese Verbindung erscheint als Gas, wird aber, wenn Wasser vorgeschlagen wurde, damit zur goldgelben Flüssigkeit (*flüchtige Schwefelleber*, *Hepar sulfuris volatile*, *Liquor fumans Boylei*, *Oleum sulfuris Beguini*) verdichtet; welche durchdringend nach Schwefelhydrogen- und Ammoniakgas riechet, an der Luft (nur wenn diese O enthält in Folge schneller Oxydation) weisse erstickende Dämpfe erzeugt, sehr leicht Ṡ auflöset, und dadurch öhlartig wird, und dann nicht mehr dampft, und durch Säuren auf die Art zerlegt wird, dass ein Ammoniaksalz entsteht, Schwefeloxyd-Schwefelhydroidulgas entbunden, und das etwa in der Flüssigkeit aufgelöst gewesene Ṡ niedergeschlagen wird. (Sie ist meistens mit überschüssigem Ṡ verunreinigt, was auch die Veranlassung seyn mag, dass man mehrere Modificationen dieser Verbindung vermuthet hat.)

V. Verbindungen des Schwefels auf der 5. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbind. des muriums. Schwefeloxyd-Ammoniaks.*

§. 636. Man kennet bis jetzt nur folgende Verbindung dieser Art:

1) *Muriumsaures Schwefeloxyd-Ammoniak mit murium- und carbonsaurem Ammoniak.* Das *muriumsaure Schwefeloxyd und carbonsaure Ammoniak* (Sauerstoff-Chlor-Schwefelkohlenstoff-Ammoniak), muthmasslich zunächst aus den oben genannten beyden Verbindungen zusammengesetzt, entstehet, wenn man die muriumsaure Schwefeloxyd-Carbonsäure (§. 627, 1) der Wirkung des Ammoniakgases aussetzt. Dieses vielfache Salz ist fest, schmeckt scharf und schwefelig, lässt sich sublimiren. Es zieht leicht Feuchtigkeit an, und zerfällt dann beym Erhitzen, indem zuerst Ammoniakgas, dann

schwefligtsaures Gas und eine ätherisch riechende Fl. entweichet, und zuletzt muriums. und schwefligts. Ammoniak sublimirt wird. Es scheint beym Auflösen im Wasser, in carbons., schwefligts. und muriums. Ammoniak zu zerfallen.

2. *Verbind. des schwefligts. Ammoniakhydrates.*

§. 637. Man kennet bis jetzt nur folgende Verbindung dieser Art, die hier anzuführen wäre:

1) *Schwefligtsaures Ammoniakhydrat mit Schwefeloxydul-Ammoniakhydrat.* Das *schwefligts. Schwefeloxydul-Ammoniakhydrat* (*unterschwefligts. Ammoniak*, *Ammoniacum subsulfurosum*) erscheint nach *Zeise* in weissen glänzenden Schuppen, die im Wasser leicht auflöslich sind.

3. *Verbindungen des schwefligts. Schwefelcarbon-Ammoniaks.*

§. 638. Man kennet bis jetzt nur folgende Verbindung dieser Art:

1) *Schwefligtsaures Schwefelcarbon-Ammoniak mit Schwefeloxyd-Schwefelhydroidul-Ammoniak.* Das *schwefligtsaure Schwefelcarbon und Schwefeloxyd-Schwefelhydroidul-Ammoniak* (*kohlenschwefelwasserstoffsaures Ammoniak*) (*Zeise's rothwerdendes Salz*) wird auf die (§. 631, 1) beschriebene Art erzeugt. — Das krystallisirte Salz ist gelb und im trockenen Zustande sublimirbar, und verflüchtiget sich sogar an der Luft sehr bald. Es ist ungemein zersetzbar. Mit Weingeit befeuchtet wird es in wenigen Secunden roth. Es zieht die Feuchtigkeit an. Die wässerige Auflösung wird mit 8 Th. Wasser roth, mit noch mehreren braun und endlich gelb. (*Schw.* J. XLI, 105.)

Dreyzehntes Kapitel.

Selen.

§. 638. Das *Selen* (*Selenium*) = Se ist isolirt nicht darstellbar, kommt aber mit andern Stoffen verbunden in der

Natur vor, nahmentlich oft als Begleiter des Schwefels, dem dasselbe überhaupt in den meisten Eigenschaften sehr ähnlich ist, und eben darum auch auf analoge Weise mit andern Stoffen verbunden vorgefunden wird. — Aus diesen Verbindungen wurde sein Daseyn erschlossen.

[*Berzelius* fand es mit Kupfer verbunden, im *Selenkupfer* mit Kupfer und Silber, im *Eukairit;* ferner im Fahluner *Schwefelkies*, und in Folge dessen im Bodensatze der Bleykammern, der Schwefelsäurefabriken; so wie in geringer Menge in der Schwefelsäure selbst und in den Tellurerzen, und später fanden dasselbe auch andere Chemiker in sehr verschiedener Verbindung. (*Schw.* J. XLVII, 297.)]

I. Verbindungen des Selens auf der 1. Stufe der Zusammensetzung.

§. 639. Das *Selen* (=aräoid) = $\underline{S}e$ = 394,582 auf dieser Stufe der Zusammensetzung ist gleichfalls isolirt noch nicht dargestellt; die Eigenthümlichkeit und Atomzahl desselben hat daher nur aus seinen höheren Verbindungen und deren Eigenschaften, nach der Analogie, erschlossen werden können.

II. Verbindungen des Selens auf der 2. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Selens mit dem Oxygen.*

§. 640. Nach den bisherigen Erfahrungen ist man veranlasset vier Oxydationsstufen des $\underline{S}e$ anzunehmen, nähmlich mit 1, 2, 3 oder 4 At. $\underline{O}$, und man kann diese vier Abstufungen der Verbindungen aus $\underline{S}e$ und $\underline{O}$ in aufsteigender Ordnung *Selenoxydul*, *Selenoxyd*, *selenigte Säure* und *Selensäure* nennen. — Das Selen stehet dem Schwefel in der Verwandtschaft zum $\underline{O}$ nach.

a) Selenoxydul.

§. 641. Das *Selenoxydul* (*Selenium oxydulatum*) muthmasslich = $\dot{\underline{S}}e$ = 494,582 = (79,781 $\underline{S}e$ + 20,219 $\underline{O}$) wurde von *Berzelius*, 1817, entdeckt; welcher dasselbe

auch sogleich in allen seinen Verhältnissen zu andern Stoffen untersuchte, und mithin als Entdecker nicht nur des Selens, sondern auch der meisten Verbindungen desselben zu nennen ist.

[Das hier angeführte $\underline{\dot{S}e}$ wird von den meisten Chemikern als einfacher Stoff angesehen, und mit *Selen* = Se = 494,582 bezeichnet. Man wird sich hieraus die auch in den höheren Verbindungen vorkommenden Differenzen der Zahlen erklären können. (*M.* At. I, 19.)]

α) Darstellung: Man gewinnt das $\underline{Se}$ in der Regel aus dem in den Bleykammern jener Schwefelsäurefabriken sich absetzenden Schlamme, welche selenhaltigen Schwefel verarbeiten. Dieser röthliche Schlamm enthält aber nebst dem $\underline{\dot{S}e}$ sehr viel $\underline{\dot{S}}$, und eine übergrosse Menge verschiedener Metalloxyde und schwefelsaurer Salze. Diesen an verschiedenen Orten sehr verschiedenen Beymischungen angemessen, muss dann auch das Verfahren seyn; aber immer läuft es darauf hinaus, dass man durch Behandlung mit hochoxydirten Säuren das $\underline{\dot{S}e}$ zu selenigter Säure oxydirt und dadurch in Auflösung versetzt: hierauf durch geeignete Mittel (z. B. Alkalien) die mitaufgelösten Metalle fället, und endlich aus der Flüssigkeit durch Herabsetzung der selenigten Säure auf $\underline{\dot{S}e}$, auch dieses isolirt.

[Aus dem Schlamme der Schwefelsäurefabrik zu Lukawetz in Böhmen wurde in den Laboratorien des polytechnischen Institutes das $\underline{Se}$ dadurch abgeschieden, dass man den Schlamm längere Zeit hindurch in einem Destillirapparat mit mehrmahl erneuertem Königswasser kochte, und zuletzt bis zur Trockenheit abdestillirte; dann den Rückstand mit siedendem Wasser auszog, filtrirte, durch Abdampfung concentrirte, und endlich diese selenigte Säure enthaltende Fl. mit schwefligtsaurem Ammoniak versetzt der Ruhe überliess. Bey diesem Verfahren wurde das schwefligtsaure Ammoniak auf Kosten der (das $\underline{O}$ minder fest haltenden) selenigten Säure zu schwefelsaurem Ammoniak oxydirt, so dass das $\underline{Se}$ als $\underline{Se}$ niedergeschlagen wurde, und hierauf nur noch zuerst mit kaltem, dann mit heissem Wasser ausgesüsst, und nach dem Trocknen destillirt werden durfte, um rein dargestellt zu seyn. — *Rose* erhitzt den trockenen

Schlamm, oder auch selenhaltige Fossilien in einer Porzellanröhre nicht ganz bis zum Schmelzen, treibt das trockene Gas der Muriumdoppelsäure hindurch, leitet die muriumsaure selenigte Säure, muriums. Schwefeloxyd und Schwefelselen haltenden Dämpfe in Wasser, sondert den niedergefallenen Selen-Schwefel ab, und fällt aus der Fl. durch schwefligts. Kaliumoxyd das Selenoxydul. — *Berz.* behandelte den Schlamm aus den Gripsholmer Bleykammern mit Königswasser, schlug durch Alkalien die meisten Metalle nieder, fällte durch muriums. Baryumoxyd die Schwefelsäure, entfernte durch Erhitzung mit Muriumsäure die etwa überschüssige Azotsäure, und fällte mit schwefligts. Ammoniak oder auch mit Schwefelhydrogengas das Se u. s. w. — *Magnus* löste Schwefelselen in wässerigen Alkalien auf, und setzte die Fl. der Luft aus, bis das S niederfiel. — Aus der selenhaltigen Schwefelsäure (am häufigsten aus der Nordhäuser) fällt eine geringe Menge Se nieder, wenn sie mit Wasser verdünnt wird.

Schw. J. XXI, 44, 312; XXIII, 309, 430; XXXIII, 231; XLVII, 297. — *Gilb.* Ann. LV, 206; LXIX, 264. — *Pogg.* Ann. II, 403, 415; III, 281; VII, 242; IX, 623. — *Kastn.* Arch. VI, 154. — *Löwenau* Diss. über das Selen. Wien 1823.]

β) Eigenschaften: Das S erscheint, aus Fl. gefällt, als dunkelziegelrothes Pulver; wenn es aus dem sogenannten Selenhydrogen-Ammoniak langsam ausgeschieden wird, nach *Berz.* krystallinisch; wenn es sich durch Sublimation verdichtet, entweder in dunkelbraunrothen fast schwarzen Tropfen, oder in spiessigen Krystallen; wenn es nach dem Schmelzen langsam erkaltet, als bleygraue, nach raschem Erkalten als dunkelbraune, in dünnen Schichten bey durchgehendem Lichte rubinrothe, metallisch glänzende Masse: welche so spröde wie Glas aber nicht hart ist und sich leicht ritzen lässt, einen muscheligen Bruch zeiget, eine Dichtheit = 4,3 bis 4,2 besitzt, beym Zerreiben ein dunkelrothes Pulver, und wenn das Reiben lange dauert, graue, zusammenbackende Massen bildet, schlecht die Wärme und Elektricität leitet, und nur beym Reiben in trockener Luft elektrisch wird. — In der Wärme wird es weich, bey 100° C. halbflüssig, und schmilzt bald darauf vollkommen. Beym Erkalten zieht

es Fäden, die im reflectirten Lichte grau erscheinen, bey durchfallendem durchsichtig und rubinroth. Es kocht beym Rothglühen, und bildet gelbe Dämpfe, die sich beym Erkalten in schwarzen Tropfen verdichten; in weiten, die Abkühlung begünstigenden Gefässen, wohl auch als rothes Pulver.

Es ist in conc. Schwefelsäure mit grüner Farbe auflöslich, und durch Wasser als rothes Pulver wieder fällbar. Ohne Zweifel ist es auf diese Art der käuflichen Schwefelsäure beygemischt. Die Azotsäure zersetzt es, indem es sich höher oxydirt.

γ) Zersetzung: Eine Zersetzung mit Abscheidung des $\underline{S}e$ kennet man nicht; doch wird es von den Metallen so wie das $\dot{\underline{S}}$ zersetzt, indem (§. 699, 3) Selenoxyd-Selenmetalle entstehen.

δ) Anwendung: Das $\dot{\underline{S}}e$ gehört noch immer zu den chem. Seltenheiten, und dient also meistens nur zur Demonstration. — Seine Anwesenheit wird, nach *Fischer*, in den Fl. am besten durch Silber erkannt; welches davon geschwärzt wird, wesshalb dieses als *Reagens auf Selen* gelten kann.

b) Selenoxyd.

§. 642. Das *Selenoxyd* (*Selenium oxydatum*) = $\ddot{\underline{S}}e$ = 594,582 = (66,363 $\underline{S}e$ + 33,637 $\underline{O}$) entstehet, wenn man Se in einem Kolben mit atm. Luft erhitzt, ohne dass förmliche Verbrennung erfolgt, mit selenigter Säure zugleich. Wird die Luft hierauf durch Wasser geleitet, so nimmt dieses die selenigte Säure auf, während das $\ddot{\underline{S}}e$ mit der Luft gemischt ist. Auch wird dieses Oxyd, wenn man Schwefelselen in Königswasser auflöset, im Verlaufe der Operation entbunden, weil die entstehende selenigte Säure durch das noch vorhandene $\dot{\underline{S}}$ desoxydirt wird.

Das $\ddot{\underline{S}}e$ ist gasförmig, riechet wie faulender Rettich, ist nur wenig im Wasser absorbirbar, und auch nicht mehr in den wäss. Alkalien. Es verändert nicht die Pflanzenfarben.

c) Selenigte Säure.

§. 693. Die *selenigte Säure* (*Acidum seleniosum*) (ehe man die höher oxydirte Säure des Selens kannte, Selensäure genannt) = $\dddot{\underline{S}}e$ = 694,582 = (56,808 $\underline{S}e$ + 43,192 $\underline{O}$) wird gebildet, wenn man auf erhitztes $\dot{\underline{S}}e$ einen Strom von $\underline{O}$gas leitet; indem jenes sich unter diesen Umständen entzündet, und mit weisser an der Spitze bläulicher Flamme verbrennt und als $\dddot{S}e$ sublimirt wird. Dabey wird aber immer auch etwas $\ddot{\overline{\underline{S}}}e$ erzeugt.

Die $\dddot{\underline{S}}$ sublimirt in langen 4seitigen weissen Nadeln, oder wenn sie auf heissern Stellen abgesetzt wird, als eine halbgeschmolzene halbdurchsichtige Rinde. In Dampfform hat diese Säure die Farbe des Muriumdoppelsäuregas und einen stechenden Geruch. Die feste Säure ziehet ungemein schnell Feuchtigkeit an, indem sie in das Hydrat übergeht.

d) Selensäure.

§. 694. Die *Selensäure* (*Acidum selenicum*) = $\ddot{\ddot{\underline{S}}}e$ = 794,582 = (49,659 $\underline{S}e$ + 50,341 $\underline{O}$) wurde, 1827, von *Mitscherlich* entdeckt; was also in chemischen Werken vor diesem Jahre von der Selensäure angezeigt ist, gehört alles der selenigten Säure an. — Die Selensäure entsteht nur unter Umständen, wo den niedrigeren Oxyden des Selens verdichtetes $\underline{O}$ und zugleich eine Basis dargebothen wird, an welche diese Säure gebunden werden kann; weil sie isolirt zu existiren unfähig ist. — Sie hat daher auch nur aus ihren Verbindungen gefolgert werden können.

2. *Selen mit Hydrogen.*

§. 695. Es sind Andeutungen vorhanden, dass ein *Selensubhydroidul* = $\underline{S}e\underline{H}$ = 407,062 und ein *Selenhydroidul* = $\underline{S}e\underline{H}^2$ = 419,542 möglich sey; isolirt ist indessen keines von beyden dargestellt.

3. *Selen mit Carbon.*

§. 696. *Berz.* vermuthet, dass das Selen eine dem

schweflichts. Schwefelcarbon analoge Verbindung erzeugen könne, worin also auch Selencarbon = $\underline{C}\underline{S}e^2$ enthalten seyn würde.

4. *Selen mit Metallen.*

§. 697. Das $\dot{\underline{S}}e$ lässt sich unter gleichen Umständen wie das $\dot{\underline{S}}$ mit den Metallen zusammenschmelzen (§. 619), und bildet damit die sogenannten Selenmetalle; auch entstehen solche Verbindungen wie dort (§. 615) durch Einwirkung des sogenannten Selenhydrogens auf die Auflösungen metallischer Salze. Diese Verbindungen werden auch auf ähnliche Art wie jene zersetzt. Aber es entstehet aus gleichen Gründen wie dort die Frage: ob man auch nur eine einzige Verbindung kennet, die reines Selenmetall enthält, und ob nicht alle solche Verbindungen in die Categorie der Selenoxyd-Selenmetalle gehören.

III. Verbindungen des Selens auf der 3. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen des Selenoxyduls.*

§. 698. Man kennet bis jetzt nur die Verbindungen des $\dot{\underline{S}}e$ mit $\dot{\underline{P}}$ und $\dot{\underline{S}}$, und selbst bey diesen ist es zweifelhaft, ob sie zu den Verbindungen des erstern Grades gehören.

Die Verbindung mit $\dot{\underline{P}}$ entstehet, wenn man das $\dot{\underline{S}}e$ auf schmelzendes $\dot{\underline{P}}$ fallen lässt, und die Mischung der Destillation unterwirft. Die gesättigte Verbindung gehet mit Hinterlassung des überschüssigen $\dot{\underline{P}}$ in rothen durchscheinenden Tropfen über, die zu einer braungelben krystallinischen Masse erstarren. Wird diese Verbindung mit wässerigem ätzendem Kaliumoxydhydrat erhitzt, so oxydirt sich wenig $\dot{\underline{P}}$ höher, und die Fl. enthält sodann phosphors. Kaliumoxyd und ein maskirtes Doppelsalz von Selenoxyd-Kaliumoxyd und $Se\underline{H}^2 + \underline{H}$.

Die Verbindung mit $\dot{\underline{S}}$ kann durch Zusammenschmelzen, am meisten der Aequivalenz entsprechend aber, durch Fäl-

lung der wässerigen selenigten Säure durch sogenanntes Schwefelhydrogengas dargestellt werden. Sie erscheint schön citronengelb, ist leicht schmelzbar und destillirbar, und erlangt dabey eine orangegelbe Farbe. Sie ist in den wässerigen, ätzenden, feuerfesten Alkalien wie $\dot{\underline{S}}$ auflöslich, und wird beym Erhitzen zu schwefligter Säure und zu selenigter Säure und $\ddot{\underline{S}}e$ oxydirt. Sie enthält $\dot{\underline{S}}e + \dot{\underline{S}}^2$.

2. *Verbindungen des Selenoxydes.*

§. 699. Nach der Analogie des Schwefels lassen sich folgende Verbindungen annehmen:

1) *Selenoxyd mit Metalloxyden.* Die *Selenoxyd-Metalloxyde* (Selenoxyd-Salze) sind isolirt nicht dargestellt, und können vielleicht für sich allein auch nicht bestehen. Sie kommen jedoch in höheren Verbindungen vor, indem sie mit $\underline{S}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}}$ maskirte Doppelsalze erzeugen (§. 703).

2) *Selenoxyd mit Selenhydroidul.* Das *Selenoxyd-Selenhydroidul* (*Selenhydrogen*, *Selenwasserstoffsäure* (Hydroselensäure, Acidum hydroselenicum) $= \underline{S}e\underline{H}^2 + \dot{\underline{S}}e = 1014{,}124$ ist der analogen Verbindung des Schwefels (§. 619, 7) sehr ähnlich. Es entstehet daher auch ganz auf dieselbe Weise, wie jene, wenn man Selenoxyd-Selenkalium oder ein anderes Selenoxyd-Selenmetall (z. B. das mit Eisen) durch Säuren zersetzt (§. 619, 7).

Diese Verbindung erscheint als farbloses Gas, riechet ganz wie das sogenannte Schwefelhydrogengas, und ist höchst gefährlich einzuathmen; indem selbst sehr geringe Quantitäten die Geruchsorgane höchst peinlich stechend und zusammenziehend afficiren, und das Geruchsvermögen zerstören, die Augen heftig inflammiren und wochenlangen Schnupfen erzeugen.

Vom Wasser wird diese Verbindung eben so, aber wahrscheinlich in grösserer Menge absorbirt als das Schwefeloxyd-Schwefelhydroidul (§. 619, 7), und sie wird davon auch nicht so leicht entlassen.

Sie wird auch auf gleiche Weise wie die analoge Schwefelverbindung zersetzt. So fällt sie z. B. alle Metallsalze, selbst die des Zinks und Eisens, indem meistens schwarze oder dunkelbraune Niederschläge erscheinen; wovon jedoch die des Zinks, Mangans und Ceriums auszunehmen sind, die eine fleischrothe Farbe besitzen. An feuchter Luft wird sie noch schneller als das Schwefeloxyd-Schwefelhydroidul unter Ausscheidung von rothem $\underline{S}$e zersetzt und färbt daher auch die Haut roth. — Durch wässerige Alkalien endlich wird sie ganz so wie die analoge Schwefelverbindung (§. 619, 7) zersetzt; indem sich das Selenoxyd mit dem Alkali vereinigt, das Selenhydroidul aber mit Wasser, und diese beyden Verbindungen zugleich zum maskirten Doppelsalze, bestehend aus Selenoxydsalz + Selenhydroidulhydrat (§. 619, 7) vereinigt werden.

3) *Selenoxyd mit Selenmetallen.* Die *Selenoxyd-Selenmetalle* (sogenannte *Selenmetalle*) entstehen auf analoge Weise wie die sogenannten Schwefelmetalle (§. 615), und scheinen auch nach denselben Gesetzen zusammengesetzt zu seyn. Sie werden auch wie jene in den bestimmtesten Verhältnissen gebildet, wenn man neutrale selenigtsaure oder selensaure Salze in einem Strom von Hydrogengas erhitzt, oder in die Auflösungen der Metallsalze Selenoxyd-Selenhydroidul leitet. — Sie erscheinen meistens als sehr dunkle Niederschläge, die durch Politur metallischen Glanz annehmen. — Sie sind wie die analogen Schwefelverbindungen zersetzbar (§. 615), und wie diese fähig, sich zu höheren Verbindungen zu vereinigen.

3. *Verbindungen der selenigten Säure.*

§. 700. Die selenigte Säure verbindet sich analog der schwefligten Säure mit andern gleich hoch zusammengesetzten Körpern. Mit den Basen insbesondere erzeugt sie die *selenigtsauren Salze* (*Salia seleniosa*), und äussert hierin eine Sättigungscapacität = 14,395. — Dabey erwei-

set sich die $\underline{\overset{\cdots}{S}}$ als eine ziemlich starke Säure, denn sie entzieht das Silberoxyd der Azotsäure und das Bleyoxyd selbst der Muriumsäure. Sie treibt in der Hitze die Azotsäure und Muriumsäure sogar von stärkern Basen ab, wird aber selbst von der Schwefels., Phosphors., Borons. und Arseniksäure ausgetrieben. Bey diesen Salzen ist es insbesondere merkwürdig, dass diejenigen der Alkalien des neutralen, sauren und übersauren Zustandes (mit 8 At. Säure gegen 1 At. $\underline{O}$ des Oxydes) fähig sind. Die ersteren reagiren meistens alkalisch, die übrigen sauer. — Die Salze der Alkalien sind im Wasser auflöslich, die übrigen grössten Theils unauflöslich oder schwer auflöslich. — Sie werden meistens wie die schwefelsauren Salze zersetzt.

Verbindungen im Einzelnen.

1) *Selenigte Säure mit Wasser.* Das *Hydrat der selenigten Säure*, muthmasslich $= \underline{\dot{H}}\,\underline{\overset{\cdots}{S}} =$ 807,062 entstehet, wenn die trockene Säure Gelegenheit hat aus der Luft Wasser anzuziehen, oder wenn man das $\underline{\dot{S}}e$ mit Azotsäure oder noch besser mit Königswasser erhitzt. Es krystallisirt aus der abgedampften wässerigen Auflösung bey schnellem Erkalten in kleinen Körnern, sonst in streifigen Prismen (wahrscheinlich mit Krystallwasser), beym allmählichen Eintrocknen hingegen sternförmig. Es schmeckt rein sauer und brennend, ist im Wasser und im Alkohol auflöslich.

Es ist sehr zersetzbar, als *a*) durch Erhitzung, wobey zuerst das Wasser entweicht und dann auch die trockene Säure verdampft; *b*) durch schwefligte Säure, die aus der wässerigen Auflösung beym Erhitzen $\underline{\dot{S}}e$ fället, und selbst in Schwefelsäure übergehet; *b*) durch schwefligts. Ammoniak oder Kaliumoxyd und Zusatz von einer anderen Säure, die die schwefligte Säure austreibt, eben so; *c*) durch Erhitzung mit Ammoniak, unter Entweichung von Azotsuboxydulgas und Fällung von $\underline{\dot{S}}e$; *d*) durch Silber (und alle Metalle, die das Silber fällen) indem $\underline{\dot{S}}e$ niederfällt.

2) *Selenigte Säure mit Muriumsäure.* Die *muriumsaure*

selenigte Säure (Chlorselen im Max. des Chlors, Selenium perchloratum), muthmasslich = $\overset{\cdots}{\underline{S}}e\ddot{\underline{M}}^2$ = 1379,882 = (49,644 $\ddot{\underline{M}}$ + 50,336 $\overset{\cdots}{\underline{S}}e$) entsteht, wenn man Muriumdoppelsäuregas auf $\dot{\underline{S}}e$ leitet, unter Wärmeentbindung; indem zuerst eine braune Verbindung (ein Gemenge der normalen Verbindung mit überschüssigem $\dot{\underline{S}}e$, die man anfangs für Chlorselen im Min. des Chlors ansah), und späterhin eine feste weisse Masse gebildet wird, die die normale Verbindung ist. — Sie verflüchtiget sich in gelben Dämpfen, und sublimirt in weissen Krystallen. Mit Wasser zerfällt sie in die Hydrate der $\overset{\cdots}{\underline{S}}e$ und $\ddot{\underline{M}}$. Die braune Verbindung lässt bey gleicher Behandlung auch das überschüssige $\dot{\underline{S}}e$ fallen.

3) *Selenigte Säure mit Bromsäure.* Die *bromsaure selenigte Säure* (Bromselen im Max. des Broms, Selenium perbromatum), muthmasslich = $\overset{\cdots}{\underline{S}}e\ddot{\underline{B}}r^2$, ist rein noch nicht dargestellt. Nach *Serullas* vereinigt sich jedoch die Bromdoppelsäure sehr heftig mit dem $\dot{\underline{S}}e$ zu einer rothbraunen Masse (überschüssiges $\dot{\underline{S}}e$), die mit Wasser in die Hydrate der selenigen und der Bromsäure übergehet, und bey Zusatz von Muriumsäure $\dot{\underline{S}}e$ fallen lässt (welches ohne Zweifel überschüssig, und in der Flüssigkeit nur mit Hülfe der Säure aufgelöset war, aber durch die Muriumsäure verdrängt wird).

4. *Verbindungen der Selensäure.*

§. 701. Die *Selensäure*, = $\overset{::}{\underline{S}}e$, verbindet sich wie die analoge Schwefelsäure mit gleich hoch zusammengesetzten Körpern, und erzeugt, insbesondere mit den Basen, die *selensauren Salze* (*Salia selenica*); wobey sie eine Sättigungscapacität = 12,59 bewährt, und der Schwefelsäure in der Verwandtschaft zu den Basen nur wenig nachstehet. — Die selens. Salze sind mit den schwefelsauren und chromsauren isomorph. Sie werden, wie die schwefels. Salze, durch Baryumoxydsalze gefällt, und vertragen wie diese meistens unzersetzt die Glühhitze. Sie

unterscheiden sich jedoch von denselben dadurch, dass sie mit glühender Kohle verpuffen, beym Erhitzen mit salzs. Ammoniak unter Abscheidung von $\underline{S}e$ zersetzt werden, und beym Erhitzen mit Muriumsäure in Muriumdoppelsäure und selenigtsaure Salze übergehen.

Verbindungen im Einzelnen.

1) *Selensäure mit Wasser.* Das *Selensäurehydrat*, *selensaure Hydrogenoxyd* (*Selenias hydricus*), wahrscheinlich = $\dot{\underline{H}}\ddot{\underline{S}}e$ = 907,062, ist nur noch in der wäss. Auflösung dargestellt worden, und zwar auf folgenden Wegen: *a*) $\underline{S}e$ oder Selenbley, oder selenigtsaures Kalium- oder Sodiumoxyd wird mit 3 Th. azotsaurem Kaliumoxyd innig gemengt, zu kleinen Portionen in einem glühenden Tiegel verpufft, der Rückstand (welcher selens. Kaliumoxyd enthält) in Wasser aufgelöst, und mit azots. Bleyoxyd gefällt, und der gut ausgewaschene Niederschlag (von selens. Bleyoxyd) in Wasser aufgeschwemmt, und ein Strom von Schwefelhydrogengas in die Flüssigkeit geleitet: wobey Schwefeloxyd-Schwefelbley niederfällt, und die gesuchte Säure in der Flüssigkeit bleibt; *b*) selenigtsaures Kaliumoxyd wird mit Kaliumoxydhydrat zugleich in Wasser aufgelöst, und ein Strom von Muriumdoppelsäuregas in die Flüssigkeit geleitet. Es entsteht dabey selens. und muriums. Kaliumoxyd in der Fl.; aus welcher, mit einer warmen Auflösung des muriums. Bleyoxydes, selens. Bleyoxyd gefällt, und dieses auf die angegebene Weise (a) weiter zersetzt wird.

Die wäss. Selensäure lässt sich ohne Zersetzung nicht weiter abdampfen, als bis ihr Siedepunct + 280° C. erreicht. Sie enthält dann noch beyläufig 0,16 Wasser, und besitzt eine Dichtheit = 2,60, und die Consistenz der conc. Schwefelsäure, ist farblos und sauer wie diese, und löset Zink und Eisen unter Hydrogengasentbindung auf.

Sie wird zersetzt: *a*) durch weitere Abdampfung, wobey sie schon, wenn die Temperatur 290° C. erreicht, in

$\underline{O}$gas und $\dddot{\underline{S}}e$ zerfällt; *b*) durch Erhitzung mit Kupfer oder Gold (nicht mit Platin), die sie auflöset, und zugleich in $\dddot{\underline{S}}e$ übergehet; *c*) durch Erhitzung mit Muriumsäure in Muriumdoppelsäure und selenigter Säure; so dass die Fl. hierauf Gold und Platin auflöset. — Durch Schwefelhydrogengas und schwefligte Säure wird sie nicht zersetzt; wodurch sie sich also von der $\dddot{\underline{S}}$ unterscheidet.

Die weiteren Verbindungen folgen am gehörigen Orte.

5. *Verbindungen der Selenhydroide.*

§. 702. Man findet bereits Anlass, folgende Verbindungen dieser Art anzunehmen:

1) *Selensubhydroidulhydrat* $= \underline{S}e\underline{H} + \dot{\underline{H}} = 519{,}542$. Kommt in Verbindungen vor (§. 706).

2) *Selenhydroidulhydrat* $= \underline{S}e\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}} = 532{,}022$. Kommt in höheren Verbindungen vor (§. 703).

IV. Verbindungen des Selens auf der 4. Stufe der Zusammensetzung.

1. *Verbindungen der Selenoxyd-Metalloxyde.*

§. 703. Die Selenoxyd-Metalloxyde erzeugen mit dem Selenoxyd-Selenhydroidul eigenthümliche Doppelsalze, die den analogen Verbindungen des Schwefels (§. 628) vollkommen gleich zusammengesetzt, und *hydroselensaure Salze* genannt worden sind. Sie gehören indessen wie jene des Schwefels (§. 628) in die Categorie der maskirten Doppelsalze, und entstehen auch auf dieselbe Weise. — Sie werden im Einzelnen bey ihren Basen vorkommen.

2. *Verbind. des Selenoxyd-Selenhydroiduls.*

§. 704. Man kennet bis jetzt nur eine mit dem Ammoniak. Das *Selenoxyd-Selenhydroidul-Ammoniak* (hydroselensaures Ammoniak), wahrscheinlich $= (\underline{S}e\underline{H}^2 + \dot{\underline{S}}e) + (\underline{A}\underline{H}^2 + \dot{\underline{H}})$ bildet sich, wenn seine beyden Bestandtheile in Gasform zusammen treffen, in Gestalt weisser Nebel; die

sich bald zur salzartigen krystallinischen Masse verdichten; welche (ohne Zweifel in Folge partieller Zersetzung durch die Luft) blassroth erscheint.

3. *Verbind. des Hydrates der selenigten Säure.*

§. 705. Es sind solcher Verbindungen ohne Zweifel mehrere, besonders sogenannte Hydratsalze möglich. Hier kommt indessen nur das Folgende anzuführen.

1) *Selenigtsaures Ammoniakhydrat.* Man kennet verschiedene Salze dieser Art, in welchen 1 At. Ammoniak mit 1, oder 2, oder 4 At. des Säurehydrates verbunden ist. Das erste oder neutrale Salz entstehet, wenn man die Säure in etwas überschüssigem conc. wäss. Ammoniak auflöset, und die Flüssigkeit bis zur Krystallis. stehen lässt, und schiesset in 4seitigen Säulen, Tafeln, oder federartig an. — Das zweyte entstehet, wenn man die wäss. Auflösung des ersten freywillig verdünsten lässt, und krystallisirt in Nadeln. — Das dritte wird erzeugt, wenn man die wäss. Auflösung des zweyten an der Luft verdünsten lässt (weil immer Ammoniak verloren gehet), und ist unkrystallisirbar.

4. *Verbindungen des Selensubhydroidulhydrates.*

§. 706. Man kennet nur eine solche Verbindung mit dem Azotsubhydroidulhydrat, das *Selensubhydroidul und Azotsubhydroidul-Hydrat* (*Selenammonium*), wahrscheinlich $= (\underline{S}e\underline{H} + \dot{\underline{H}}) + (\underline{A}\underline{H} + \dot{\underline{H}})$. Sie entstehet, wenn man Selenoxyd - Selencalcium mit muriumsaurem Ammoniakhydrat destillirt, erscheint als rothe Flüssigkeit, und ist überhaupt in ihren Eigenschaften der analogen Verbindung des Schwefels (§. 635) sehr ähnlich.

Wien 1835.

Gedruckt bey den Edlen von Ghelen'schen Erben